تأثير الوضعية الجيولوجية للعصر الجوراسي المتأخر – الطباشيري المبكر لمنطقة ما بين نهري الزاب الأعلى والأسفل على الإمكانية النفطية لمكمن تكوين نجمة ـ شمال العراق

Dr. Marwan Adreeis Sulttan Al-Eisa

North Oil Company (NOC), Fields Division, Dept. of Geology, Kirkuk, Iraq.

E- mail: al_eisamarwan@yahoo.com

الخلاصة:

شكل تواجد أو إختفاء التتابعات الطباقية التي شملت التكوينات التالية (نجمة وناوكليكان وقطنية وجياكارة) من العصر الجوراسي المتأخر وتكوينات (مكحول وكريمية وزنكورة وكراكو) من العصر الطباشيري الأسفل من منطقة ما بين نهري الزاب الأعلى والأسفل ومحيطها التي تأثرت بعمليات النهوض والتعرية في فترة النيوكوميان (Neocomian uplift and erosion)، وبعد إعادة دراسة تتابعاتها الطباقية ورسم مقارنات طباقية وعمرية بين الآبار وباتجاهين. فقد إتضح أن أن هنالك تباين في التتابعات الطباقية بمقدارالثغرات الطباقية فيما بينها والتي عكست تواجد كتل أثرت على الأحواض الرسوبية آنذاك وقد كانت غير مستقرة وغير متوافقة طوبوغرافياً في نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري، نتيجة لتأثرها بالفوالق الإعتيادية التي عملت على تكون أنصاف الأغوار(Half - Graben) تباينت حركتها خلال هذه المرحلة العمرية، مما أدى إلى نشوء بيئات ترسيبية مختلفة عليها، والتي أدت إلى ظهور تتابعات صخارية متباية وبالفترات العمرية للثغراتها. وعلى ضوء هذا تم تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق وهي:

- **المنطقة الواقعة الى الجنوب من نهر الزاب الأسفل**: تمثل هذه المنطقة الإمتداد الغربي لمنطقة الحوض الدائم (Permanent Basin) والذي يقع إلى الشرق من العراق. تحتوي تتابعها الطباقي على ثغرة طباقية واحدة تمتد من نهاية فترة التيثونيان – أسفل البرياسيان المتأخر والتي تمثل عدم ترسيب تكوين مكحول مع تواجد للتكويني جياكارة وناوكليكان من العصر الجوراسي المتأخر).
- **منطقة مابين نهري الزاب الأعلى والزاب الأسفل**: تتمثل المنطقة بالبيئات البحرية الضحلة والاغونية التي ترسبت فيها تتابعات الطباقية الخاصة لتكوين نجمة، والذي يعتبر من التكوينات المكمنية المهمة في المنطقة ومنطقة الخليج. تحتوي تتابعاتها على ثغرة طباقية شملت الفترات العمرية التالية (الكمبردجيان والتيثونيان من نهاية العصر الجوراسي)، إضافة لفترتي البرياسيان والفلانجينيان من بداية العصر الطباشيري المبكر، وقد أصبحت كمنطقة موجبة فادوزية (Vadoze Zone) لفترة دامت 14.4 مليون سنة، حيث إنكشف تكوين نجمة على السطح وتعرض لعمليات التجوية وفقدان المركبات الهايدروكاربونية الخفيفة منه.

❖ **المنطقة الواقعة الى الشمال من نهر الزاب الأعلى**: تميزت المنطقة بتواجد ثغرتين طباقيتين: الأولى تمثل بفقدان تكوين نجمة أو مكافئه من فترة ألكسفورديا وإنكشاف تكوين الساركلو على السطح لمدة 5 مليون سنة. أما الثغرة الأحدث فهي الواقعة بين وسط فترة التيثونيان وحتى بداية الألبيان وتمثلت بفقدان التكوينات التالية (قطنية والجزء الأعلى من تكوين جياكارا ومكحول وكريمية وزنكورة وكراكو ورطاوي والشعيبة) أو عدم ترسيب بعضها وقد دامت هذه الثغرة قرابة 32 مليون سنة، حيث كانت المنطقة جزءاً من منطقة الطوبوغرافية العالية تعرف بمرتفع موصل- خليصية (كتلة الموصل) المثبة على الحد الأعلى للعصر الجوراسي.

لتحديد مواقع الفوالق ومدى تأثيرها فقد تم إجراء مقارنة بين الآبار وباتجاهين لغرض تثبيت مواقع الفالقين الرئيسيين واللذان يتجهان (شمال شرق-جنوب غرب) التاليين:

- الفالق **Z1** يحدد هذا الفالق بموقع نهر الزاب الأعلى.
- الفالق **Z2** الذي يمثل موقعه نهر الزاب الأسفل.
- أما الفالق الثانوي وهو الفالق **Z3** وتمثل هذا بفالق إعتيادي أيضاً، إمتد شمال غرب-جنوب شرق ويقع بين موقعي البئرين (الزاب-1) و(الكوير-2) ليقطع نهر الزاب الأعلى. وقد قسم هذا الفالق كتلة ما بين نهري الزابين إلى كتلتين ثانويتن كتلة شرقية وكتلة غربية حيث تكون الكتلة الشرقية أوطأ من الكتلة الغربية بمقدار 500-600 متراً.

أثرت الفوالق (**Z1**،**Z2**، **Z3**) على الحد الأعلى للعصر الجوراسي في كتلة ما بين نهري الزاب مع نهاية العصر الجوراسي قد أدت إلى إنكشاف مكمن تكوين نجمة على السطح أكثر من 14 مليون سنة وحصول عمليات التعرية التي أدت إلى زوال التكوينات الغطائية لهذا المكمن مما أدى إلى هروب المكونات الهيدروكاربونية الخفيفة وبقاء المركبات الثقيلة. علماً أن هذا المكمن قد ملئ مع نهاية العصر الجوراسي.

Effect of the Geological Situation of the Late Jurassic-Early Cretaceous Period of the Region between the Upper and Lower Zab Rivers on the Oil Potential of the Najmah Formation-North Iraq.

Abstract:

Form the existence or the absence of the Late Jurassic sequences that included the following formations, Gotnia, Najmah, Naokelekan, and Chia Gara and the Early Cretaceous sequence, which composed of (Makhul, Karimia, Zangura and Garagu) formations, in the area between the upper and lower Zab Rivers and its surroundings areas, affected by the Neocomian uplift and erosion, it become clear that the studied area have different stratigraphical sequences and different amount of the hiatus, which reflected unstable blocks movements of the incompatible blocks that took place at the end of the Jurassic and the beginning of the Cretaceous. Had worked on the formation of half-Grabens, whose movement varied during these ages, which grew up different depositional

environments had led to the emergence of the following and in light of it, the area has been divided into three Regions:

The Southern area of the Lower Zab River: This area forming the western extension of the Permanent Basin, which lies to the eastern part of Iraq. Its stratigraphic sequence contains one gap extending from the late Tithonian into Early of Berriasian, which represents the hiatus of the Makhul formation.

The area between the Upper and Lower Zab Rivers: This area characterized by the shallow marine environments in which the Najmah formation is one of the most important reservoir formations in the region and the Gulf region, were deposited. The stratigraphical sequence of this region have wide hiatus, which included (Late Oxfordian, Kimmeridgian and Tithonian) stages from the Late Jurassic, and the Berriasian – Valanginian stages from the early Cretaceous period. This region characterized by the major erosional unconformities, where the area exposed to the Vadoze Zone for a period of 14.4 million years, and the cap rocks eroded.

The area to the north of the Upper Zab River: This area forming the eastern extension of the positive area, which lies to the western part of Iraq. Its stratigraphic sequence contains two gap, the first one was representing the hiatus of Najmah formation or its equivalent from the Oxfordian, and exposing of the Sargelu formation to surface for 5 million years. While the Gotnia and the lower part of Chia Gara formation were found. The second hiatus recorded as wide gap between the middle of the Tithonian and the beginning of the Albian. Where the following formations (the upper part of the composition of Chia Gara, Makhul, Karimia, Zangura, Garagu, Ratawi and Shu'aiba) was not deposite. This gap have approximately 32 million years, forming this region as high topographical area of Mosul-Khleisia Height in the Late Jurassic Early Cretaceous Boundary.

To determine the location of the faults and the extent of their impact, a comparison made between the subsurface sections of the upper regions to determine the sites of the faults and their impact as:

• The Fault Z1 is determined by the location of the upper Zab River, Fault Z2, was represents the Lower Zab River and the Fault Z3, extending northwest southeast and is located between the well sites of Zab-1 and Quwer-2. This fault fragmented of the inter Zab rivers area into two secondary blocks, the Western sub-block and a Eastern sub-block, where this was 500 meters lower than the first one and forming a good Structural trap.

The effect of those Normal faults (1Z, 2Z, 3Z), was perfectly limited on the Late Jurassic-Early Cretaceous boundary. Which revealed that the reservoir unit (Najmah formation), was exposed to

the surface and the cap rocks have been eroded by the Neocomian uplift, and lading to escape of the light hydrocarbon components while the heavy bituminous stained the lithofacies and plugged their porosity.

المقدمة:

يعتبر تكوين نجمة من التكوينات المكمنية المهمة والتي شمل حوضها الترسيبي منطقة المقطع المثالي في حقل نجمة الذي يعتبر من الحقول المهمة المؤلفة لحقول منطقة القيارة، ويمتد هذا التكوين ليغطي منطقة جنوب العراق فيما يمتد تكوين ناوكليكان (Naokelekan) المكافئ له من البيئات العميقة ليغطي منطقة شرق وشمال العراق. أما مكافئه الآخر فيمتد من السعودية حتى منطقة الخليج العربي ويطلق عليه تكوين عرب (Arab formation) تتألف سحناته الصخارية من الحجر الجيري المترسب في البيئات الضحلة والذي يعتبر أيضاً من التكوينات المكمنية المهمة. تمثل منطقة الدراسة المنطقة المحصورة بين تقاطع مجرى نهر الزاب الأعلى شمالاً ومجرى نهر الزاب الأسفل جنوباً مع نهر دجلة. ومن الخط الواصل بين موقعي البئرين (دميرداغ-1) و(طق طق-1) شرقاً حتى الحافة الغربية لنهر دجلة غرباً كما في الشكل (1). تضم هذه المنطقة العديد من التراكيب المستكشفة والمتمثلة بـ (دميرداغ وطقطق ومخمور وقره جوق الشمالي وقره جوق الجنوبي وقبة الزاب التي تمثل القبة الخامسة لتركيب كركوك بالإضافة إلى تواجد قبتي خورمالة وأفانة المطورتين والتابعتين لحقل كركوك، وقبة إسماعيل التي تعتبر الإمتداد الشمالي الغربي لحقل باي حسن وقبة داؤود المطورة.

شكل (1) خارطة تبين موقع منطقة الدراسة والابار الواردة فيها

أما بنيوياً فإنه يقع في المنطقة الغير مستقرة (Unstable shelf area) وضمن منطقة أقدام الجبال (Foot Hill Zone) حيث يقع جزئه الشمالي الشرقي في منطقة تحت النطاق (Chamchemel – Butmah subzone) في حين أن الجزء الجنوب الغربي من منطقة الدراسة يقع ضمن تحت النطاق (Hamrin – Makhul subzone) [11].

بعد دراسة التتابع الطبقي لبئر (الزاب-1) والذي يعتبر من الآبار الإستكشافية الحديثة تبين أن مقطع تكوين نجمة يحوي على شواهد هيدروكاربونية وكأنه قد غطست بعض سحناته الصخارية بالنفط الثقيل، يبلغ سمك العمود النفطي فيه أكثر من 200 متراً

تقريباً وعند مراجعة مقطع التكوين في بئر (دميرداغ-ا) والذي يقع باتجاه الشمال الشرقي من بئر قيد الدراسة إتضح نفس الشيئ، بينما كان مقطع التكوين في (بئر كوير-2) القريب منه والذي يقع باتجاه الجنوب الغربي من قبة الزاب خالية نسبيا من هذه الشواهد النفطية، فيما كان مقطع التكوين المثالي في بئر (نجمة-29) والذي يقع على الجرف الغربي لنهر دجلة يحتوي على شواهد نفطية ثقيلة أيضاً ولكن بشكل محدود (التقارير النهائية للآبار).

لغرض معرفة الإمتدادت تكوين نجمة ومكافئته في الجهات الجنوبية والجنوبية الغربية من المنطقة فقد أرتأينا دراسة الشرائح الصخارية المتوفرة منها للآبار (قره جوق-1 وكركوك- 109 وباي حسن-81). فيما أختير بئر (قند-1) لمعرفة الإمتدات الشمالية فيها. يتضح من هذا أن منطقة ما بين الزابين تتميز بخصوصية يجب الكشف عنها، والذي أوجب دراستها لمعرفة ما الذي جعل المقاطع الصخارية السميكة لتكوين نجمة ذات مواصفات مكمنية جيدة وتحتوي على شواهد هيدروكاربونية ثقيلة في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة، وما الذي أدى إلى تكون هذا، وخاصة في بئري (الزاب-1) و(دميرداغ-ا) فيما لم تلاحظ هذه الشواهد في (بئر كوير-2) بينما تقل في بئر(نجمة-29)، وما الذي جعل كتلة ما بين الزابين تتباين تتابعاتها الطباقية من عمر الجوراسي المتأخر- وبداية الطباشيري المبكرعن التتابعات التي تقع إلى الجنوب من نهر الزاب الأسفل وعن التتابعات التي تقع إلى الشمال من نهر الزاب الأعلى.

لغرض تحقيق أهداف الدراسة فقد تم دراسة ما توفر من الشرائح الصخارية، والإطلاع على التقارير النهائية والمجسات للآبار ((الزاب-1) و(قره جوق-1) و (كركوك- 109) و(قند-1)) لغرض المقارنة وتحديد أعالي التكوينات بعد تثبيت سحناته الصخارية الدالة عليه. في حين إعتماد على التقارير النهائية ومجسات فقط للآبار (بئر كوير-2) و (نجمة-29) و(دميرداغ-ا) و(كركوك-117).

تمثلت الدراسات السابقة بالمصادر التي تناولت المقاطع المثالية للتكوينات الواردة في الدراسات [9] [10] [18] ودراستي [1] و [19] في حين أن الدراسات السابقة تناولت التتابعات الطباقية لفترة محددة من دون حتى التثبت من صحة هذه التتابعات، كما وأن الدراسات التي أجرتها الشركات النفطية فقد تناولت المحلية منها حقول محددة لتقيمها ومعرفة خزينها النفطي، في حين أن الشركات الأجنبية تناولت كيفية تطويرهذه االحقول فقط ومن دون التثبت من تتابعاتها الطباقية (الصخارية والحياتية) بل وإعتمدت على ما قدمه الرواد قبل أكثر من نصف قرن من الزمن عندما كان عدد الآبار الإستكشافية لا تتجاوز العشرات.

طباقية منطقة الدراسة:

يمكن إستقراء التتابعات التحت السطحية لمقاطع الآبار التي إخترقتها والتي تتمثل بالآبار (قره جوق-1) و(باي حسن-81) و(كركوك-109) وأخيراً (الزاب-1). والتي تمثل بالتتابعات الطباقية المكونة لمنطقة الدراسة وهي من الأقدم إلى الأحدث:

تكوين نجمة (Najmah Formation)

تتواجد تتابعات التكوين في منطقة مابين نهري الزاب وتمتد على الضفة الغربية من نهر دجلة حيث وصف التكوين لأول مرة في بئر(نجمة-29) من قبل [9] Dunnington,1953 cited)) يبلغ سمكه حوالي 340 متراً، ويتكون من تعاقب السحنات التالية:

- الأولى تتكون سحنة الحجر معاد التبلور دقيق الحبيبات صلد خالي من التراكيب عدا أثار المكونات الحياتية والسرئيات ويحتوي على حصائر طحلبية.
- الثانية تتكون من سحنة الحجر الجيري حاوي على السرئيات والسرئيات الكاذبة مع فتات أصداف اللآفقريات.
- الثالثة تتكون من حجر الدولومايت خشن الحبيبات ذا معينات متمنطقه.

- الرابعة تتكون من طبقات أنهايدرايت رقيقة تتعاقب مع حجر جيري ذا تراكي زغبي.

يحتوي مقطع التكوين على سحنات محدودة التواجد من الحجر الجيري الأرجلايتي والقليل من الفتاتيات وحجر الصوان وبكميات ملحوظة وعلى إمتداد المقطع كما وقد تأثرت الطبقات السفلى من التكوين بعملية السلكتة.

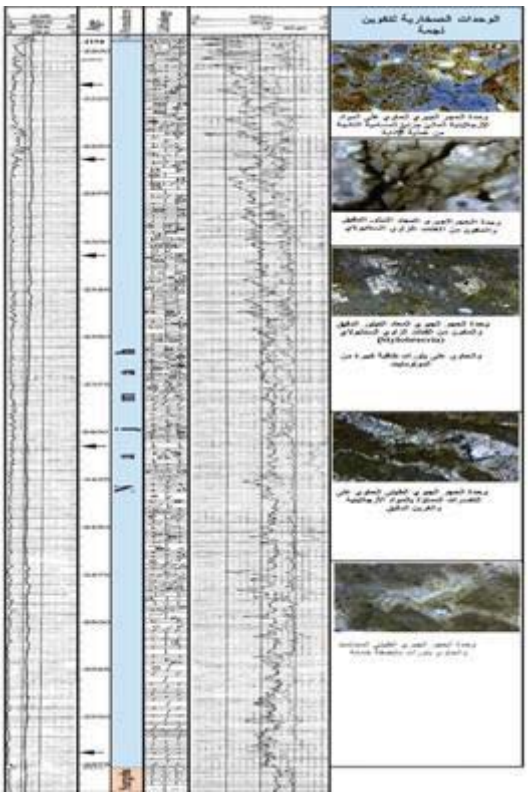
أن تكوين نجمة يتألف من أربعة سحنات صخارية دقيقة التالية [1]: 1- سحنة الحجر الطيني. 2- سحنة الحجر الجيري المرصوص. 3- سحنة الحجر الجيري الحبيبي. 4- سحنة الحجر الدولومايتي المتبلور.

أن حافة الجرف لتكوين نجمة حاليا محدد بشكل غير دقيق وأنها تتوافق مع المرتفع القديم دهوك – جمجمال، وأن هذا يتناقض مع التواجد المفترض لتكويني ناوكليكان وبرسرين في بئر (كركوك-109). [15]

حددت السحنات الصخارية للتكوين نجمة في بئر (الزاب-1) بعد دراسة الشرائح الصخارية له وتبين أن العمليات التحويرية قد عملت على طمس المكونات الحبيبة المؤلفة لسحناته وكذلك النسيج الأصلي لها مما كسبها هيئة يجعل من الصعب التكهن بها. وأن المجسات المأخوذة للبئرغير دقيقه ولا تتوافق في كثير من الأحيان مع السحنات الصخارية للشرائح الخاصة للفتات واللباب المقطوع له، وأن أعالي التكوين من الشرائح لا تتوافق مع أعالي التكوين المثبت من المجس عليه فقد تم التوافق بينهما.

قسم التكوين إلى خمسة وحدات صخارية وهي من الأعلى إلى الأسفل كما في الشكل (2):

1. وحدة الحجر الجيري الحاوي على المواد الأرجلايتية المالئه جزئياً للمسامية الناتجة من عملية الإذابة (Dissolution).
2. وحدة الحجرالجيري المعاد التبلور (Recrystallized Limestone) الدقيق والمكون من الفتات الزاوي الستايولاي (Stylobreccia).
3. وحدة الحجر الجيري المعاد التبلور الدقيق والمكون من الفتات الزاوي الستايولاي (Stylobreccia) والحاوي على بلورات طافية كبيرة من الدولومايت.
4. وحدة الحجر الجيري الطيني الحاوي على التكسرات المملؤة بالكالسايت (Sparry Calcite).
5. وحدة الحجر الجيري الطيني المتدلمت والحاوي بلورات متلاصقة خشنة شبه كاملة الأوجه.



شكل (2) مجس الكثافة والمسامية واشعة كاما لتكوين نجمة في بئر (الزاب-1) والوحدات الصخارية وصور مختارة لها

بالرغم من أن العمليات التحويرية قد طمست معالم المكونات الحياتية إلا أن أغلب الفورامنيفيرا القاعية الكبيرة هي ذات جدار متجمع والتي ضمت أنواع مختلفة، فقد تم تصنيف الأجناسها السائدة التالية هذا بالإضافة إلى الطحالب الخضراء:

Trocholina, Haurania, Valvulinella, Nautiloculina, Pseudochrysalidina, Pfendrina Conicospirillina, Verneuilinoides, Parurgonina, Small Miliolides Saaccocoma genus of crinoids and Abundent of Green Algae as Peroculculus, Clypina, Salpmyoporella, Actinoporella, pollygonella, Macroporella.

حدد عمر التكوين من تواجد وانتشار الأنواع الدالة في التكوين بفترة الإكسفورديان (Oxfordian) من بداية الجوراسي المتأخر وذلك لأن فترة الكلوفيان (Callovian) تمثل فترة فقدان وتعرية للحد الأعلى لتكوين الساركلو. تدلل المكونات الحياتية أعلاه على البيئات الترسيبية الرئيسة قد تمثلت بالبيئه البحرية الممتدة من بيئة حافة الحوض الداخلية حتى البيئة الخارجية لحافة الحوض، والتي شملت العديد من البيئات الثانوية من أعلى المنحدر والرف التي سادت فيها الروابي الطينية والطحلبية (algal mound & mud mound)والبيئات الاغونية المفتوحة التي سادت فيها الطحالب الخضراء وبيئة تجمعات الركام الحبيبي التي تجمعت فيها مختلف الأنواع من الحبيبات الغير هيكلية والهيكلية. وقد عكست هذه البيئات االتنوع الحبيبية الهيكلية والغير هيكلية للسحنات الدقيقة لمقطاع التكوين.

حدي التكوين غير متوافقة مع تكويني سركلو الذي يقع أسفل منه وتكوين كراكو الذي يعلوه حيث تتواجد ثغرة طباقية واسعة تمتد من نهاية الجوراسي المتأخر وحتى بداية الطباشيري المبكر، وهذا يتوافق مع جميع الدراسات التي أجريت على التكوين.

أن تكوين القطنية قد ترسيب في منطقة أقدام الجبال والتي تقع إلى الشمال الشرقي من مكحول قد تم أزلته بفعل عوامل التعرية مع نهاية العصر الجوراسي. [9, 15]

ان الطباقية والتوقعات النفطية للجوراسي المتأخر و نشاط فوالق القاعدة في نهاية العصر الجوراسي كانت مسؤولة عن عملية التعرية والعمليات التحويرية المرافقة لها والتي أثرت على ترسبات تكوين نجمة بعد عملية الترسيب. [19]

يبلغ سمك التكوين في المقطع المثالي 340 متراً، وفي بئر (دميرداغ -1) 443 متراً، في بئر (الزاب – 1) فيبلغ سمكه 383 متراً، اما في بئر (قره جوق-2) فيصل إلى 183 متراً، وبئر (الكوير-2) فيقدر بـ 450 متراً، في حين أن مقطع التكوين لم يخترق حده الأسفل في بئري (مخمور - 1) و (كركوك- 117) (التقارير النهائية للآبار).

العمليات التحويرية

ان تعرض التكوين نجمة على السطح وتعرية جزئه الأعلى وكذلك تكوين القطنية، وأن العمليات التي ميزته هي ظهور السمنت (Cementation) الذي شمل تكون السمنت الحافي والسمنت الهلالي والسمنت الكتلي، أضافة إلى الإذابة والدلمتة. [19]

إلا أن منطقة الدراسة كانت تنتابها نوع من عمليات التراكم للفتات المتعري الناتج عن إنكشاف المنطقة الموجبة (الجهة الغربية من العراق) على السطح من نهاية العصر الحوراسي المتأخر وحتى بداية العصر الطباشيري، وأن هذه المنطقة كانت تمثل بروزاً طبوغرافياً واطئاً (Low relief topography). والذي أكدها الوحدتين الصخاريتين الثانية والثالثة لتكوين نجمة واتي تغلب عليها صفة الحجر الجيري الفتاتي عانى من العمليات التحويرية، وتمثلت بالفتات الزوي الستايولايتي (stylobrecciated) والحجر الجيري رودي متوافق الحافة (Fitted Rudstones) والتي تزيد أبعادها في معظم الحالات عن 2 ملم، ومن المرجح أن هذا الفتات هو نوع من (Cataclasite) الذي يتكون نتيجة التكسر والسحق عند تكون الفوالق (أي الفالق Z3 المار بين بئري (الزاب-1 وكوير-2))، وهذه السحنة تضم مادة بينية (Matrix) قليلة جداً. أن عرض النطاق الإنتقالي (transition zone و الذي يكافئ Damage zone) يتباين مع حجم نطاق الفالق (Fault Zone) وأسلوب التشويه، كما وأن نطاق الفالق هذا يتميز عن الصخور المقطوعة ومنطقة التكسرات وبشكل واسع. إن تواجد الفتات الزاوي الستيولايتي في الوحدتين الثانية والثالثة من مقطع التكوين تؤكد قرب مقطع التكوين من نطاق الفالق الذي نتج عن تعرض منطقة موقع البئر لتأثيرات الفالقين (Z1&Z3) وهذا ما يؤكده تواجد التكسرات المملوءة بالكالسايت. [17]

أما تواجد الستايولايت بين الفتات الصخاري فإنه قد نتج عن الإنضغاط. يغلب على الجزء الأوسط من التكوين ظهور التكسرات والتي تباينت احجامها بين الدقيقة والكبيرة، كما وأن الدقيقة منها والمنظورة في الشرائح الرقيقة كان بعضها مملوء بالنفط الثقيل. أما البعض الآخر فقد كان مفتوحة جزئيا أو مملوءاً بالكالسايت الذي يحوي على فتات زاوي دقيق الحجوم. يمثل هذا الجزء النطاق الإنتقالي بين صخور التكوين وبين الفالق وتعرف بـ (transition zone = Damage zone).

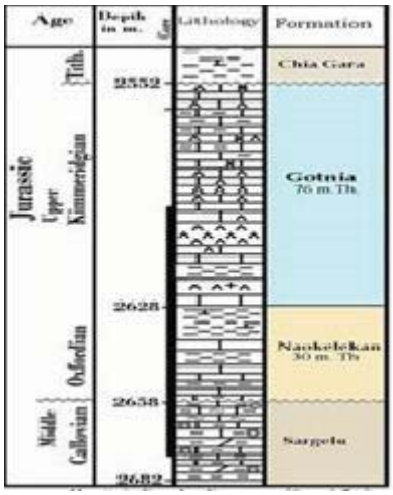
يتواجد في الجزء الأعلى من مقطع تكوين نجمة في بئر الزاب أيضاً حبيبات مكدسة (Condensed)، من الجدير بالإشارة أن هنالك عدة أنواع من الستايولايت تحتوي على شواهد نفطية ومواد عضوية سوداء اللون، وقد شكلت الستايولايت هذه ممرات للمواد

الهيدروكاربونية، وإن ما حصل أعلاه قد عمل على التغير في سمك التكوين في منطقة الدراسة أي في المقاطع التحت السطحية المخترقة. [14]

المكونات الحياتية تتألف من الفورامنيفيرا والتي تم تشخيصها كانت ذات جدار متجمع (Agglutinated wall) عانت من عملية المكرتة وإعادة التبلور الدقيق قد طمست مكوناتها البنائية (Wall Compostion) وكذلك تراكيب جدارها (Wall structures) وخاصة الأنواع القاعية الكبيرة وكذلك أصداف المليوليد ذات الجدار الخزفي، هذا علاوة على الإذابة التي شكلت معظم مسامية التكوين والتي تباينت حجومها بين الدقيقة كالمسامية القالبية (Moldic Porosity) ومسامية الإذابة للتكسرات التي عملت على توسيعها، وهذا يوضح عدم تجانس أحجامها، كما وتتواجد الفجوات (Vags)، والتي أعتمد في تصنيفها على [12].

أما الجزء الأسفل للتكوين فقد غلب عليه عملية الدلمتة التي يشار لها بالدلمتة الواسعة التي تميزت بمعينات كبيرة، ومتمنطقة وبعضها معتم. [19]

أما معينات الدلومايت التي تواجدت في الجزء الأوسط من التكوين فقد كانت معينات طافية (Flauting dolomite Rhombs) كبيرة متحولة الى الكالسايت نتيجة عملية الديدلمتة (Dedolomitization) والتي تكون مؤشرة لسطوح عدم التوافق وهذا يتوافق مع [20] الذي أشار أيضاً إلى أن عملية الديدلمتة تتواجد حتى عمق 100 متراً أسفل سطح عدم التوافق. أما في هذه الدراسة أن فإن هذه العملية تتواجد حتى أكثر 200 متراَ، كما في الوحدة الثالثة من تكوين نجمة كما في الشكل (3).



شكل (3) التتابع الطبقي للعصر الجوراسي المتأخر في بئر (قره جوق-1)

تكوين ناوكليكان (Naokelekan formation)

وصف المقطع المثالي للتكوين بالقرب من قرية ناوكليكان منطقة راوندوز في شمال غرب العراق (Wetzel and Morton, 1950 cited in [9]) ويبلغ سمك 14متراً ويتكون من ثلاث أجزاء هي:

الجزء الأعلى سمكه 3 متراً ويكون غير واضحاً ويضم الحجر الجيري السجيلي.

الجزء الأوسط سمكه 4 متراً يتكون من حجر جيري صلد معتم مبقع ويحتوي على بقايا الأمونايت.

الجزء الأسفل فيتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري متدلمت قيري يتداخل معه طبقة من الحجر الكلسي من السجيل القيري ويطلق عليها طبقات الفحم. لقد أشار[10] إلى أن التكوين يختفي في نطاق أقدام الجبال. بينما أشار [9] إلى تواجد التكوين في بئر (كركوك-109) وأن بيئته الترسيبية كانت عميقة ومسممة وأن حوضه الترسيبي يتسم بهبوطه المحدود.

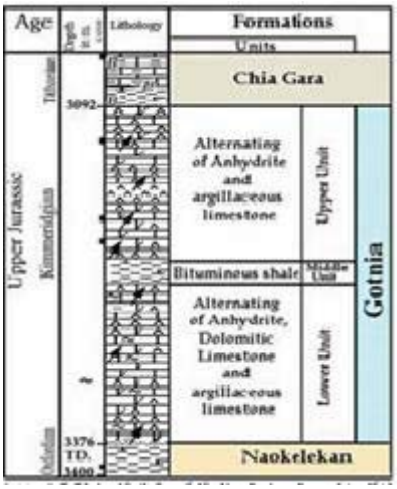
من مراجعة المجس السحني للبئر (كركوك-109) نجد أن هنالك سحنة من الحجر السجيلي والجيري السجيلي يبلغ سمكها 24 متر، وأن حدها الأسفل لم يخترق تقع مباشرة أسفل تكوين القطنية الأنهايدرايتي. كما وتتواجد هذه التتابعات أيضاً في بئر (طق طق-1) حيث يصل سمكها إلى 24 متراً، أما في بئر (باي حسن-81) فإن التكوين لم يخترق حدها الأسفل أيضاً وكذلك في بئر (كركوك-109) (الشكل- 3). أما في بئر (قره جوق-1) فيصل سمك هذا التتابع إلى 31 مترا، وتتألف سحنات التكوين في بئر (قره جوق -1) من حجر كلسي سجيلي غريني حاوي على البايرايت ذا لون أسود إلى رمادي وحجر جيري أرجلايتي دقيق الحبيبات مبرقش يتخلله طبقات من الحجر الجيري الدملقي معاد التبلورحاوي على المليوليد، وتتواجد شواهد من البتيومين (Bituminous) في جزءه الأسفل كما في الشكل (4)، ومن الجدير بالإشارة أن التكوين يتمثل بالبيئات العميقة نسبياً ويكافئ لتكوين نجمة من البيئات الضحلة، أن مقطع التكوين مغطى باللباب (التقرير النهائي).

تكوين قطنية (Gotnia formations)

وصف المقطع المثالي في بئر (عوازيل-5) والذي يقع في غرب العراق، حيث يبلغ سمكه قرابة 193متراً. وتتألف تتابعاته الطباقية من طبقات من الإنهايدرايت تتعاقب معها بشكل ثانوي طبقات من السجيل الكلسي ذا لون بني والسجيل القيري أسود اللون، وكذلك حجر جيري معاد التبلور ذا تركيب زغبي (Fluffy-textured) ونادرا مايكون ذا سرئيات كاذبة (Pseudo-oolitic). يبلغ سمك التكوين قطنية في بئر (كركوك-109) كما في الشكل(4) قرابة 285 متراً والذي سمي سابقاً بتكوين البرسرين (التقرير النهائي للبئر) والذي تتوافق التتابعاته الصخارية مع المقطع المثالي لتكوين قطنية وكذلك سمكه والذي حدي في هذه الدراسة إلى تثبيته تكوين قطنية. [9]

يتألف التكوين من ثلاث وحدات الصخارية:

الوحدة العليا والسفلى تتكونان من تعاقب طبقي مؤلف من صخور الأنهايدرايت، ويبلغ أعلى سمك لها في الوحدة العليا (30) متراً، وتتعاقب معها طبقات من الحجر الجيري والتي تعكس تعاقبها الدوري مع المتبخرات، حيث يتحول إلى حجر جيري قيري وإلى حجر جيري سجيلي وحجر جيري متدلمت يضم عقد من الأنهايدرايت، كما وتتواجد طبقة من السجيل الرقيق والحجر الجيري المارلي وخاصة في الوحدة السفلى. يفصل بين الوحدتين طبقة من السجيل والذي يكون قيري في أجزائه ويبلغ سمكه قرابة (25) متراً.



شكل (4) الوحدات الصخارية لتكوين قطنية في بئر (كركوك-109)

لقد أشار مجس السحني (Graphic well log of well K-109) إلى تواجد بعض الشواهد النفطية الثقيلة في طبقات الحجر الجيري.

حدد عمر التكوين بفترة الكمبردجيان (Kimmeridgian). أشار التقرير النهائي للبئر وجود بريشيا في نهاية الجزء الأعلى من التكوين والتي تمثل نوع من بريشيا تكوين البرسرين المثالي إلا أنها تمثل حده الأعلى الذي يتمثل بسطح عدم توافق مع تكون جياكاره من البيئات العميقة، وذلك لإن موقع البريشيا هذه والتباين البيئي بين تكوين قطنية والذي يعلوه تكوين جياكارا تدلل على تواجد سطح عدم توافق الذي أدى إلى ظهورها وهذا يؤكده تذبذب مستوى سطح البحر نتيجة للتغير البيئ بين البيئات البحرية الضحلة الاغونية لتكوين قطنية إلى بيئات بحرية عميقة ومسممة في بعض الأعماق التي تمثل تكوين جياكارا. أما في بئر (قره جوق-1) فيتألف تكوين قطنية من تعاقب الأنهايدرايت مع الحجر الجيري دملقي في بعض أجزاءه وحجر جيري طفلى طيني حاوي على جبيبات من الغرين.

سمك التكوين يتباين بين مقطعي بيئري (كركوك-109) و (قره جوق-1) (الشكل- 4 و3). حيث يبلغ في الأول 285 متراً في حين يبلغ في الثاني قرابة 76 متراً كما ولا تتضح وحدات التكوين وذلك لنحافة سمكه، علماً أن هذا البئر يقع على الجرف الجنوبي لنهر الزاب الأسفل، ويعتبر الأقرب إلى منطقة بين الزابين التي تمثل منطقة موجبة عانت من عملية التعرية، وكذلك الحال بالنسبة لبئر (باي حسن-81) الذي يبلغ سمك تكوين برسرين 50متراً، وفي بئر (طق طق-1) والذي يبلغ قرابة 75متراً ويقع على إمتداد خط نهر الزاب الأسفل وبالأتجاه الشمال الشرق من موقع بئري (قره جوق-1) (باي حسن-81) (شكل-1). إن نحافة السمك في هذه الآبار تدلل على أن مقطع التكوين قد عانى من عملية التعرية التي أدت إلى قلة السمك فيها وإختفاء التكوين في منطقة ما بين نهري الزاب الأعلى والأسفل.

إن ما يطلق عليه تكوين البرسرين في جميع المقاطع التحت السطحية كما في بئر (كركوك-109) (قره جوق-1) (طق طق-1) (باي حسن-81) ماهو إلا إمتدادات الشمالية الشرقية لتكوين القطنية والتي من المنطقي أن تقل فيها أعداد طبقات الأنهايدرايت لتزداد نسبة تواجد الحجر وحجر السجيل الذي يتداخل معها مقارنة مع موقع المقطع المثالي لتكوين القطنية في بئر (عوازيل -5) الذي يقع في الجهة الغربية من العراق بالقرب من مدينة الرمادي، حيث يبلغ سمكه الكلي قرابة 193متراً. يتواجد في المقطع المثالي 24 دورة ترسيبية تنتهي بطبقة الأنهايدرايت التي يتباين سمكها ليبلغ أقصى سمك لها في الجزء الأسفل من التكوين قرابة 45 متراً (التقرير النهائي للبئرعوازيل -5).

يختفي التكوين في منطقة ما بين نهري الزاب نتيجة لصعود هذه المنطقة في بداية العصر الطباشيري التي يطلق عليها نهوض النيوكوميان (Neocomian uplifts) والتي شملت الفترات البرياسيان والفلانجينيان والهاوتريفيان، فيما كونت منطقة الآبار (قره جوق-1) (طق طق-1) (باي حسن-81) والتي تقع بالقرب من الحافة الجنوبية لنهر الزاب الأسفل التي مثلت منطقة المنحدر للمنطقة الموجبة. بينما كان موقع البئر (كركوك-109) يقع باتجاه الأعماق حيث لم تتأثرسحناته بعمليات التعرية.

سمك تكوين قطنية في بئر (كركوك-109) قرابة 285 متراً والذي زاد عن سمك التكوين في مقطعه المثالي قرابة 92 متراً وهذا يعكس أن مركز الحوض الترسيبي للتكوين يقع في الجهة الشرقية من العراق عند موقع البئر(كركوك-109).

تكوين برسرين (Barsarin formations)

لقد أشار [9] أن المقطع المثالي للتكوين برسرين يتألف من الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلمت، طبقاته رقيقة ذا تراكيب رسوبية، حاوي على الصوان cherty في بعض مواقعه يتعاقب معها طبقات مهشمة من البريشيا والحاوية على المارل فيما بينها، كما ويتواجد بها (*Melikaria structures)، ويبلغ سمكه 17 متراً، وقد رجح عمر التكوين بين أسفل وأواسط فترة الالكامبردجيان (Kimmeridgian) . لم تلاحظ طبقات الأنهايدرايت وحجر الجبس المائي إلا أنه يعتقد قد ترسب مع التكوين وبصورة متعاقبة مع سحنات الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلمت وأزيلت بفعل المحاليل في أحد المراحل التاريخية للتكوين وأحتفظ مكانها بالفتات الزاوي (*Autoclastically brecciated beds). يكون التكوين من نوع (*Homotaxial) ويقارن مع الجزء الأعلى من تكوين قطنية في منطقة عوازيل- مكحول ومع تكوين الحث في منطقة العربية السعودية وقطر [9] .إن وصف المقطع المثالي لتكوين برسرين من شمال العراق والمؤلف من تعاقب طبقات البريشيا مع الحجر الجيري الحاوي على تركيب الزغبة (Fluffy-textured) نتيجة الإذابة، مع الصوان (chert) وطبقات مزيجة من البريشيا والحاوية على المارل بينها وتحتوي على عقد ذات هيئة (*Melikaria structures) وهذه المواصفات ماهي إلا دلائل لسطح عدم التوافق والتي شخصت في فترات مختلفة. عليه فإن المؤكد أن وصف سحنات تكوين برسيرين سوف يتمثل بمدملكات تكوين الجياكارا القاعدية (Basal Chia Gara) conglomerate والتي تمثل الحد الأسفل لفترة التيثونيان عند تواجدها.

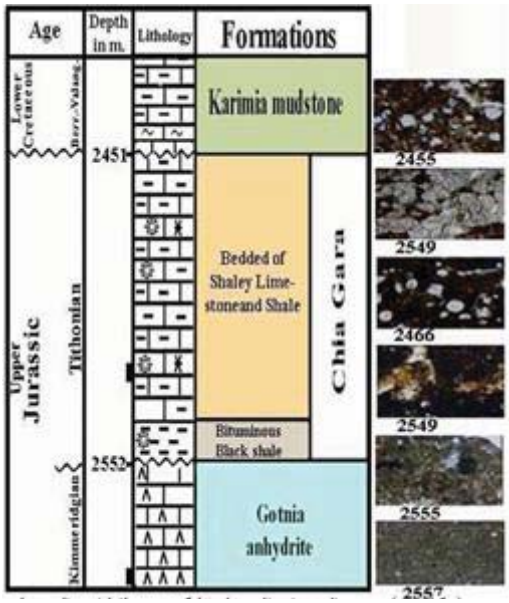
تكوين جياكارا (Chia Gara Formation)

وصف التكوين من قبل الباحثين في [9] مقطعه المثالي في تركيب جياكاره والذي يقع إلى الجنوب من العمادية في شمال العراق. وتتميز سحناته المتعاقبة من حجر الجيري السجيلي وحجر السجيل الغنية بالأمونايت والحاوية على الراديولاريا والتي تتدرج نحو الأعلى إلى الحجر الجيري وحجر السجيل وحجر الطفل ذا لون أصفر ويبلغ سمك مقطعه المثالي قرابة 232 متراً.

يتألف التكوين في مقاطعه التحت السطحية المخترقة من وحدتين صخاريتين، وهذا جليا في قراءة مجس أشعة كاما حيث تكون قراءة الوحدة السفلى أكثر من قراءة الوحدة العليا والتي يغلب عليها تسمية السجيل الأسود (Black Shale).

تتكون الوحدة العليا في بئر (قره جوق-1) (الشكل -5) من تعاقبات الحجر الجيري السجيلي والسجيل، مع سحنة من حجر المارل والحجر الجيري المارلي وبشكل أقل. تنتشر في السحنات أعلاه حبيبات الغرين، ويلاحظ تأثير عمليتي الدلمتة التي أدت إلى إنتشار معينات منفصلة تتحول إلى معينات ملتصقة عند بعض الأعماق، ويلاحظ تأثير عملية السلكتة على سحناته، كما وتتواجد أيضا مدملكات دقيقة في جزئيه الأعلى والأسفل من التكوين والتي تعتبر من دلائل سطح عدم التوافق.

يبلغ سمك التكوين في بئر (قره جوق-1) قرابة 101 متراً وفي بئر (باي حسن -81) قرابة 110 متراً، أما في بئر (كركوك-109) فيزداد سمكه ليصل 310 متراً، في جين يختفي التكوين في منطقة ما بين الزابين وهذا يدلل على أن أعلى التكوين في بئري (قره جوق-1 وباي حسن-81) قد تعرضا إلى عملية تعرية التي حصلت مع نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري في منطقة ما بين نهري الزاب وإلى الشمال منها. كما وأن موقع هاذين البئرين على الجرف الجنوبي لنهر الزاب الأسفل يكون الأقرب إلى المنطقة الموجبة التي يختفي فيها تكوين جيكارا، وبما أن عملية التعرية قد أثرت على تكويني نجمة وكما أشرنا وعلى تكوين جياكارة في المنطقة الواقعة بين نهري الزاب، عليه فإن حافة الجرف الجنوبية لنهر الزاب الأسفل أعطت إنطباعاً موكداً أنها تمثل منطقة المنحدر للحوض الرسوبي التي يقل بها سمك تكويني قطنية وجياكارة، واللذان يقعان ضمن فترتين ترسيبيتن متعاقبتين هما الكمبردجيان والتيثونيان (Kimmeridgian & Tithonian) من العصر الجوراسي المتأخر.



شكل (5) الوحدات الصخارية لتكوين جيكارا مع السحنات الدقيقة له ولتكوين قطنية

تكوين كريمية (Karimia Formation)

التكوين في بئر (كركوك-109) يتكون من تسلسل رتيب من الحجر الطيني الكلسي ولا يضم أي تطبق، كما يحتوي على طبقات من المارل في جزءه الأعلى. يصل سمكه إلى 610 متراً كما وحدد عمره بفترة البرياسيان من العصر الطباشيري الأسفل.[9]

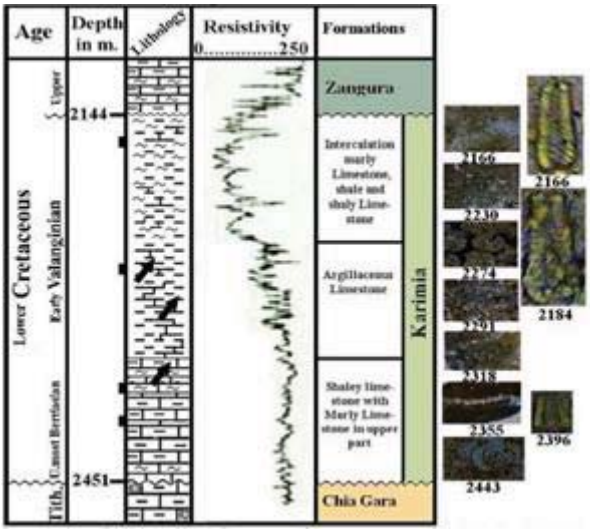
تم فحص الشرائح المتبقية للمقطع وإتضح أنه يتكون من تعاقبات حجر الجيري السجيلي والحجر الجيري الأرجلايتي والذي يحوي عل حبيبات الغرين. كما تزداد نسبة الحجر الجيري المارلي وحجر المارل في الجزء الأعلى من التكوين وهذا ما لوحظ أيضاً في بئر (قره جوق-1)، قسم مقطع التكوين إلى ثلاث وحدات صخارية كما في الشكل (6) والتي تتوافق مع سجل مجس المقاومة لمقطع التكوين وهذه الوحدات هي من الأعلى إلى الأسفل:

1. وحدة تداخل الحجر الجيري الطفلي وحجر السجيل والحجر الجيري السجيلي. (Intercalation of Marly Limestone, Shale & Shaley Limestone).
2. وحدة الحجر الجيري الأرجيلايتي. (Argilaceous Limestone)

3. وحدة تدرج الحجر الجيري السجيلي والحجر الجيري الطفلي في جزئها الأعلى. (Gradation of Shale Limestone & Marly limestone)

المحتوى الحياتي يتألف من الفورامنيفيرا القاعية الصغيرة والفورمنيفيرا الطافية الدقيقة وعلى متحجرات النانو (Nanofossils) والقليل من الراديولاري والقليل من فتات أصداف المحاريات الطافية (Halobia) والكريات الكلسية في بعض المواقع كما لوحظ تواجد العروق والتكسرات المملوءة بالكالسيت، والتي تكون مرافقة للفوالق التي يزداد معها الفتات الموضعي. تأثرت سحنات التكوين بعمليتي السلكتة والدلمتة. كما ويتواجد معدن البايرايت بهيئات مختلفة، وكذلك العمليات التعكرات الإحيائية. حدد عمر التكوين إعتماداً (Nanofossils) بعمر الفالانجنيان المبكر - البريسيان المتأخر.

يبلغ سمك تكوين الكريمة في بئر (كركوك-109) قرابة 300 متراً بينما في بئر (باي حسن-81) 102 متراً، أما في بئر (قره جوق-1) قرابة 310 متراً، في حين يختفي التكوين في منطقة ما بين نهري الزاب الأسفل والزاب الأعلى.



الشكل (6) التتابع الصخاري ومجس المقاومة لتكوين كريمية مع وحداته الصخارية، صورة مختارة من سحناته وثلاث انواع من جنس Nanofossils في بئر (قره جوق-1)

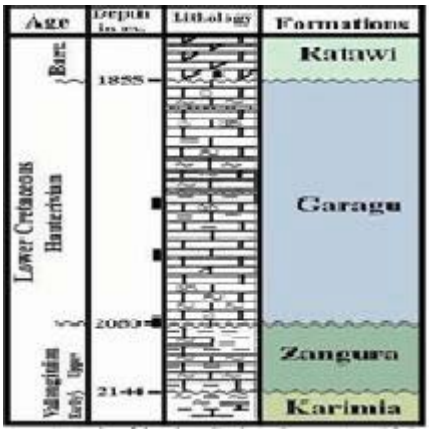
تكوين زنكورة (Zangura Formation)

أطلقت تسمية هذا التكوين من قبل [9] ، يقع مقطعه المثالي في بئر (عوازيل-5) في غرب العراق وبالقرب من نهر الفرات. تتألف سحناته الصخارية من تعاقب الحجر الجيري الحاوي على السرئيات الكاذبة ذا حجم حبيبي دقيقة إلى ناعمة والحجر الجيري ذا سرئيات كاذبة حجومها دقيقة إلى متوسطة. الحبيبات الهيكلية تحوي على فتات عضوي في جزئه الأعلى. تضم سحناته أيضاً على حجر جيري معاد التبلور ناعم الحبيبات وحجر جيري أرجلايتي وحجر طيني كلسي، عانت السحنات الصخارية من عملية الدلمتة نتج عنها بلوراته خشنة في بعض المواقع. يبلغ سمك المقطع المثالي 139 متراً. ثبت عمر التكوين بالفالانجنيان والذي قد يمتد إلى البرياسيان. أما [10] فقد ضم هذا التكوين إلى تكويني يمامة ورطاوي.

أشار [2] في دراسة للتتابعات الطباقية للعصرالطباشيري لآبارمنطقة وسط العراق والتي تمتد من حقل بيجي وحتى حقل شرقي بغداد. يتألف التكوين من سحنتين: العليا تتألف من تداخل سحنتي الحجر الجيري الأرجلايتي وحجر السجيل. أما السفلى فتتألف من الحجر الجيري الأرجلايتي والذي قد يتداخل معه السجيل بشكل محدود، وبما أن سحنات تكوين زنكورة من السحنات المتميزة

والثابتة في المقاطع التحت السطحية المختلفة، عليه فإنها لايمكن ضم سحناتها إلى التكوينات أخرى مثل (السارمورد الأسفل = مكحول واليمامة (كراكو)) وهذا ما وضحته السحنات الدقيقة في أبار الدراسة الحالية، والتي تتباين سحناتها الدقيقة عن السحنات التي تعلوها لتكوين (يمامة أو كركو)، وذلك لان حجوم حبيباته تكون أقل من 2 ملم، وذات دعم طيني، ونسبة السجيل فيها تكون عالية. بينما سحنات تكويني يمامة وكركو فإن حجوم حبيبات تزيد عن 2 ملم، وسحناتهما الدقيقة ذات دعم حبيبي. ونسبة السجيل فيها تكون محدودة جداً في حين تزداد نسبة الرمل في تكوين الكركو وقد تظهركطبقات بينما يقتصرتواجدها كحبيبات رملية طافية في سحنات تكوين يمامة الجيرية. يقع تكوين زنكورة ضمن دورة ترسيبية ثانوية لاتمت الى مايعلوها بصلة بالإضافة أن بيئاتها الرسوبية وإنتشارها الجغرافي حتم إبقاء تسمية تكوين زنكورة كسحنة منفصلة.

يبلغ سمكها (تكوين زنكورة) في بئر (قره جوق-1) قرابة 61 متراً كما في الشكل (7)، أما في بئر (باي حسن-81) فيبلغ سمكها 102متراً، وفي بئر (كركوك-109) 70مترا في حين يختفي التكوين في منطقة مابين الزابين. حدد عمرالتكوين بالفلانجينيان المتأخر.



الشكل (7) السحنات الصخارية لتكوينات كراكو وزنكورة في بئر (قره جوق-1)

تكوين كراكو (Garagu Formation)

وصف المقطع المثالي للتكوين فس تركيب جياكارا إلى الجنوب من مدينة العمادية في شمال العراق، ويتألف من ثلاث أجزاء من الحجر الجيري الحبيبي. [9]

تتألف حبيباتها من الحبيبات الغير هيكلية المكونة من الحبيبات المغلفة والبلويدات والجبيبات المتجمعة (Grapstone)، أما الحبيبات الهيكلية فتتألف من الفورامنيفيرا القاعية والتي يكون بعضها كنواة للحبيبات المغلفة، وفتات شوكية الجلد والفتات العضوي للرخويات والمحاريات علاوة على الطحالب الحمراء والتي تكون مغلفة للحبيبات، كما وتُكون الطحالب الخضراء أيضاً نواة للحبيبات المغلفة وفتات المرجان والبرايوزوا. تترابط هذه الحبيبات أما بالمكرايت والذي يتحول المايكروسبار والسبار الدروزي في بعض المواضع، كما ويظهر السمنت الحبيبي المتساوي الحجوم والذي يحيط بالحبيبات (Equant cement) [2].

يختلف تكوين كراكو عن تكوين اليمامة بتواجد سحنة من حجر الرمل التي تتواجد كطبقة أو عدسات في السحنات الصخارية للتكوين. أما تكوين اليمامة فتتألف سحناته من الحجر الجيري الحبيبي وقد يحوي على حبيبات رملية طافية كما في الشكل (7).

شكلت فترة بداية ترسيبة في المنطقة فترة طغيان محلي غطى منطقة مابين الزابين ومنطقة المقطع المثالي لتكوين نجمة بعد إنكشاف هذا التكوين على السطح لفترة 14 مليون سنة تقريباً، حيث سادت عليها البيئات الضحلة والتي رسبت سحنات تكوين كراكو والتي تغلب عليه صفة الدعم الحبيبي ذات أحجام خشنة.

يبلغ سمك تكوين كراكو في بئر (قره جوق-1) 88 متراً، أما في بئر (باي حسن-81) 158؟ متراً، وفي بئر (كركوك-109) 88 متراً، وقرابة 77 متراً في بئري (الزاب-1) و (دميرداغ-1)، 103 متراً في بئر (كوير-2). بينما يكون التكوين مفقود في بئر (جبل قند-1). وقد حدد عمر التكوين بفترة الهوتريفيان.

جيولوجية منطقة الدراسة:

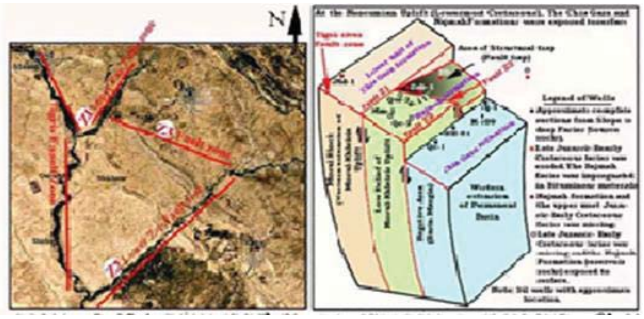
تقسم جيولوجية منطقة الدراسة إعتماداً على الجيولوجية التحت السطحية لها والتي نتجت من تواجد ثلاث كتل يفصل بينها فوالق إعتيادية عملت على تكون أنصاف الأغوار(Half - Graben) تباينت حركتها خلال العصر الجوراسي المتأخر - الطباشيري المبكر (شكل- 8A&B)، وهي كالآتي:

- الكتلة الواقعة إلى الشمال من نهر الزاب الأعلى أي إلى الشمال والشمال الغربي من الفالق **Z1** تعتبر جزء من المنطقة الموجبة العالية وتمثل إمتداد لكتلة الموصل وتعود إلى مرتفع خليصية - موصل. التي عانت تتابعاتها الطباقية من عمليات التعرية.
- كتلة ما بين نهري الزاب الأعلى والأسفل، أي إلى الجنوب والجنوب الشرقي من الفالق **Z1**، والتي تمثل الإمتدادات الشرقية الواطئة للمنطقة الموجبة لمرتفع خليصية موصل والتي تكونت عليها البيئات البحرية الضحلة في نهاية العصر الجوراسي والتي ترسبت عليها تتابعات تكوين نجمة. تنقسم هذه الكتلة إلى كتلتين ثانويتين بواسطة الفالق **Z3** والذي يمتد بإتجاه شمال غرب - جنوب شرق وهما:

- الكتلة الثانوية الشرقية التي تضم بئري (زاب-1) وبئر (دميرداغ-1).

- الكتلة الثانوية الغربية وتمتد من بئر (كوير-2) وحتى منطقة الضفة الغربية لنهردجلة، وتضم قبتي خورمالة وأفانة من تركيب كركوك بالإضافة قبة كثكة من تركيب باي حسن والقبة الوسطى والشمالية من تركيب قره جوق وتركيب مخموروتركيبي القيارة ونجمة.

- الكتلة التي تقع إلى الجنوب من نهر الزاب الأسفل، وتمثل الإمتدات الغربية للمنطقة الحوضية العميقة والحافة الحوضية (Basin Margin) وتعتبر الإمتدادت الغربية لمنطة الحوض الدائم (Permanent Basin) ويضم جزئها المحاذي لنهر الزاب الأسفل بئر (قره جوق-1) وبئر (باي حسن -81) وبئر (كركوك -109) وبئر (طقطق-1) حيث نشأت عليها بيئات ترسيبية عميقة نسبياً أدت إلى ترسيب تتابعات صخارية مختلفة في نهاية العصر الجوراسي المتأخر وبداية العصر الطباشيري.



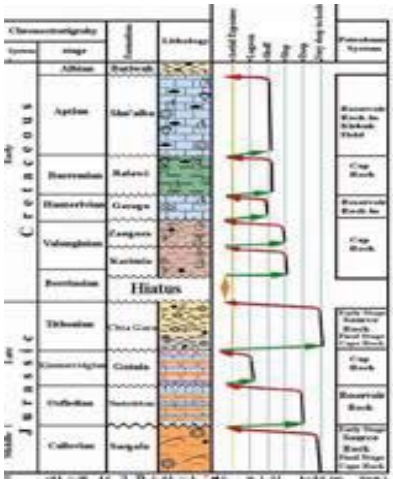
الشكل (8) الكتل الرئيسية والثانوية التي سيطرت عليها الفوالق في نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري

للتحقق من هذه الكتل والفوالق الفاصلة بينها فقد تم دراسة التتابعات الطباقية وتبين أن كل كتلة من الكتل أعلاه تمثل منطقة ذات بيئات ترسيبية موحدة، لها تتابعات طباقية والثغرات الطباقية تباينت عما هوعليه في الكتل الأخرى نتيجة لحركاتها الغير متوافقة مع نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري، وتمثلت بثلاث مناطق وهي كلأتي:

1- **المنطقة الواقعة الى الجنوب من نهر الزاب الأسفل:**

يتميز تتابعها الطباقي كما في الشكل (9) بما يلي:

تعتبر هذه المنطقة الإمتداد الغربي لمنطقة الحوض الدائم (Permanent Basin) والذي يقع إلى الشرق من العراق. يحتوي تتابعها الطباقي على ثغرة طباقية واحدة تمتد من نهاية فترة التيثونيان – أسفل البرياسيان المتأخر وتمثل فترةعدم ترسيب تكوين مكحول.



الشكل (9) التتابع الطباقي والثغرات الطباقية والبيئات الترسيبية والنظم النفطية للمنطقة الواقعة الى الجنوب من نهر الزاب الاسفل

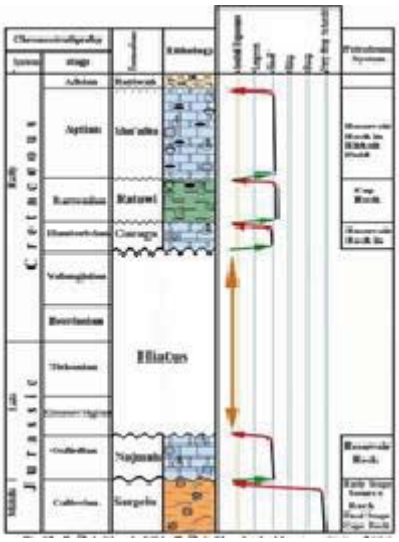
- تواجد سحنات الحجر الجيري السجيلي وحجر السجيل الراديولاري والمترسبة في بيئات عميقة ومسممة (Euxinic marine) في بعض أجزائها، والتي تمثل تكويني الساركلو والجياكارا من عمر الجوراسي الأوسط والمتأخروعلى التوالي، تعتبر سحنات التكوينين من الصخورالمولدة المهمة في العراق والغطائية. يتواجد في المقاطع التحت السطحية لهذه المنطقة وبين التكوينين أعلاه الأمتداد الجانبية المكافئة لتكوين نجمة والذي يعرف بالتكوين ناوكليكان ومن البيئة العميقة نسبياً. كذلك الإمتدادات الجانبية لتكوين قطنية والتي تنسب جزافاً كالتكوين برسرين والذي لا تتوافق سحناته مع وصف المقطعه المثالي وكما جاء سابقاً. يعتبر تكوين قطنية ومكافئه من الصخورالغطائية فيما يعتبر تكوين الناوكليكان أيضاًمن الصخورالمولدة أيضاً.
- تتميزتتابعات بداية العصر الطباشيري الأسفل بتتابعات بيئة المنحدروتتألف من الحجرالجيري السجيلي والسجيل، التي تؤلف تكويني كريمية وزنكورة [2].
- يعلوالتكوينين أعلاه تكوين كراكوذا سحنات جيرية فتاتية ترسبت في البيئات البحرية الضحلة التي إمتدت إلى البيئات بين المدية، وتعتبر سحناته من السحنات الدالة التي تقع بين السحنات السجيلية. يعلوها تكوين رطاوي الذي يتكون من سحنات سجيلية أيضاً يتداخل معها حجرجيري سجيلي. إلا أن بيئته الترسيبية تميل إلى البيئة الضحلة التي تتداخل معها بيئات أعلى المنحدر، ويعلوهذا مباشرة تكوين شعيبة الذي يعتبرمن التكوينات الدالة إيضاً التي يطلق عليها (Second Orbitolinal Limestone) وهومن السحنات المكمنية المهة في منطقة كركوك.

2- منطقة مابين نهري الزاب الأعلى والزاب الأسفل

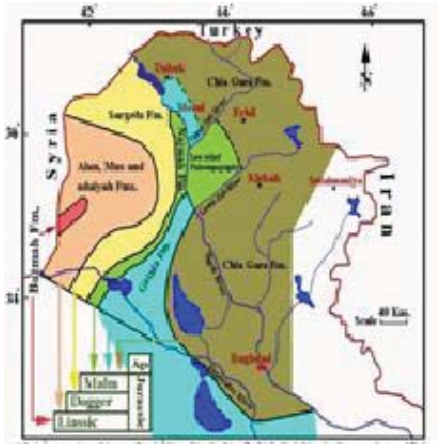
يتميز تتابعها الطباقي كما في الشكل (10) بما يلي:

- تمثلت المنطقة بالبيئات البحرية الضحلة والاغونية التي ترسبت فيها تتابعات الطباقية (الصخارية والحياتية) الخاصة بتكوين نجمة وتكوين قطنية وقد تباين سمك تكوين نجمة في المقاطع التحت السطحية لآبار المنطقة، ويعتبر من التكوينات المكمنية المهمة في المنطقة ومنطقة الخليج، أن نشوء سحناته صخارية التي تتمثل بالفتات الزاوي والفتات الستايولايتي نتجة التكسرات وكذلك تعرضها للعمليات التحويرية مختلفة ناتجة عن تعرض هذه الكتلة للمنطقة الفادوزية (Vadoze Zone) لفترة دامت 14.4 مليون سنة.
- إنكشاف المنطقة على السطح التي أدت إلى زوال الصخورالغطائية لمكمن نجمة في وقتها، وإنفلات المركبات الهيدروكاربونية الخفيفة وبقاء المركبات الثقيلة وخاصة في بئري (الزاب-1) و (دميرداغ-1) والتي تعتبر منطقتهما مصيدة تركيبية.
- شكلت منطقة مابين الزابين منطقة طوبوغرافية واطئة (Low relief Paleotopography) على الحد الأعلى للعصر الجوراسي، والتي تدرجت بين المنطقة الموجبة في منطقة غرب العراق ومنطقة حافة الحوض الرسوبي كما في الشكل (11).

دامت الثغرة الطباقية 14.4 مليون سنة ومن نتائجها تعرية لتكويني (قطنية وجياكارا) وعدم ترسيب تكوينات (مكحول وكريمية وزنكورة) والتي تعتبر صخور مولدة وغطائية.



شكل (10) التتابع الطباقي والثغرات الطباقية والبيئات الترسيبية والنظم النفطية للمنطقة الواقعة بين نهري الزاب

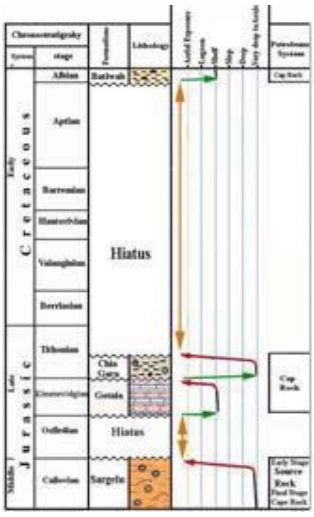


شكل (11) التتابع الطباقية المنكشفة على الحد الاعلى للعصر الجوراسي

3- المنطقة الواقعة الى الشمال من نهر الزاب الأعلى

يتميز تتابعها الطباقي كما في الشكل (12) بما يلي:

- ❖ لايمكن معرفة الإمتدادات الشمالية لهذه المنطقة حيث لا يوجد حقل نفطي فيها، عليه تم إختيار بئر (جبل قند -1) لتحديد تتابعات الطباقية للمنطقة لغرض المقارنة الطباقية مع المناطق الأخرى.
- ❖ تميزت المنطقة بتواجد ثغرتين طباقيتين الأولى تمثل فقدان تكوين نجمة أو مكافئه من فترة ألكسفورديأ (Oxfordian)، وإنكشاف تكوين الساركلو على السطح لمدة 5 مليون سنة.
- ❖ أما الثغرة الأحدث فهي الواقعة بين وسط فترة التيثونيان (Tithonian) وحتى بداية الألبيان (Albian) وتمثلت بفقدان التكوينات التالية (الجزء الأعلى من تكوين جياكارا ومكحول وكريمية وزنكورة وكراكو ورطاوي والشعيبة) وقد دامت هذه الثغرة قرابة 32 مليون سنة، حيث كونت المنطقة هذه جزءاً من منطقة الطوبوغرافية العالية والتي تعرف بمرتفع موصل خليصية (كتلة الموصل) المثبة على الحد الأعلى للعصر الجوراسي.



الشكل (12) التتابع الطبقي والثغرات الطباقية والبيئات الترسيبية والنظم النفطية للمنطقة الواقعة الى شمال نهر الزاب الاعلى

المقارنة الطباقية:

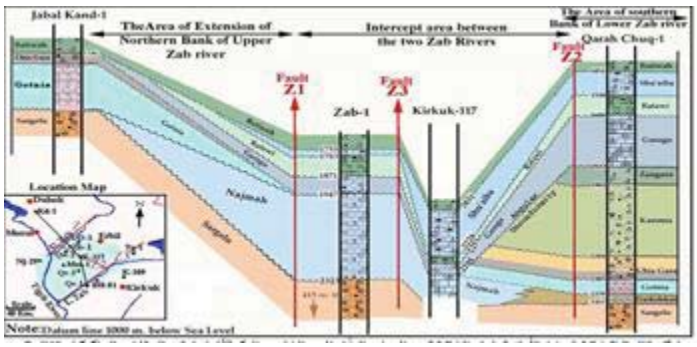
لتحديد مدى تأثير حركة الفوالق على التتابعات الطباقية التحت السطحية في منطقة الدراسة، فقد تم إجراء مقارنة طباقية باتجاه (شمال - جنوب) بين الآبار التالية (جبل قند-1) و (الزاب-1) و(كركوك-117) و(قره جوق-1) كما في الشكل (13) وباستخدام خط مرجعي للمقارنة وبعمق 1000 متراً عن مستوى سطح البحر، وهذا يتلائم مع عمق الحد الأسفل لتكوين بطيوة في بئر (جبل قند-1) والذي يتواجد في المقاطع التحت السطحية للآبار أعلاه، كما وأن هذه المقارنة ستظهر تأثير حركة الفوالق على ديناميكية أجزاء ألحوض الرسوبي الذي عمل على تشكل البيئات أدت إلى ترسيب تتابعات صخارية متباينة والتي ظهرت في نهاية العصرالجوراسي وبداية العصرالطباشيري في منطقة الدراسة. أما إذا أستخدم الحد الأسفل لتكوين بطيوة كخط مرجعي للمقارنة الطباقية بين أبار قيد الدراسة فإن عملية المقارنة سوف تظهر تشويه في مواقع الفوالق ولا تعكس الصورة الحقيقية لها، كما ستظهرأن موقع بئرين (الزاب-1) و(دميرداغ-1) سوف يكونان أعلى موقعياً من بئر (الكوير-2) وخاصة في المقارنة باتجاه شرق-غرب. ولتحديد تاريخ نشأة هذه الفوالق وفترة نشاط الفوالق فقد إستخدمت المقارنة العمرية بين تتابعات الطباقية لآبار الدراسة وذلك لمعرفة الفترة العمرية التي نشطت فيها هذه الفوالق.

المقارنة الطباقية شمال غرب- جنوب شرق

من المقارنة الطباقية في الشكل (13)، تم تحديد مواقع الفوالق التي أثرت على ظهور وإختفاء التتابعات الطباقية للعصر الجوراسي المتأخر وبداية العصر الطباشيري الأسفل، والفوالق هي:

- الفالق **Z1** حدد هذا الفالق بموقع نهر الزاب الأعلى ويمكن ملاحظة موقعه الخطي في الشكل (8B)، من الصورة الطوبوغرافية المأخوذة من الأقمار الصناعية (Satellite Image) من موقع (Google Earth).
- موقع الفالق **Z2** الذي يتمثل بنهر الزاب الأسفل وهذا يلاحظ جليا في الشكل (8A&B)، ويعتبر هذان الفالقان من الفوالق الإعتيادية المتوازية يمتدان شمال شرق – جنوب غرب، وهذان الفالقين كانا مؤثرين على ديناميكية أجزاء ألحوض الرسوبي الذي عمل على تشكل بيئات ترسيبية مختلفة نتج عنها تتابعات طباقية مختلفة.

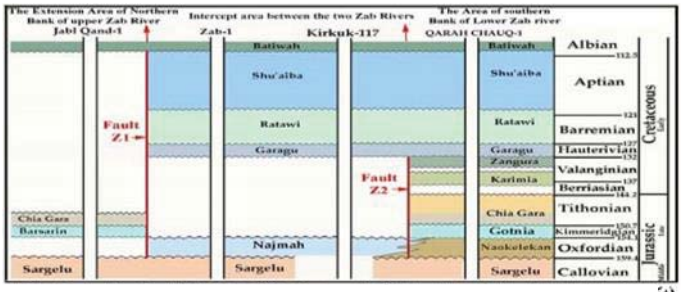
شكل الفالقان **Z1** و**Z2** مع فالق نهر دجلة في الشكل (8A) أحواض تمثلت بأنصاف أغوار (Half Graben) تدرجت أعماقها من الشمال إلى الجنوب. المرتفع الشمالي (Horst) والذي يقع إلى الشمال من نهر الزاب الأعلى ومثل منطقة موجبة وهي جزء من مرتفع موصل- خليصية (Mosul-Khleisia Uplift) وتعتبر هذه المنطقة إمتداد للجزء الشرقي من كتلة الموصل (Mosul Block) التي كانت تشكل كتلة مرتفعة ذات طوبوغرافية عالية مع نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري (High relief Paleotopography). في حين أن منطقة ما بين نهري الزابين كانت تشكل طوبوغرافية واطئة (Low relief Paleotopography) كما في الشكل (17). وهذا يلاحظ في طوبوغرافية الحد الأعلى للعصر الجوراسي المتأخر – وبداية العصر الطباشيري المبكر والمثبة من قبل [3].



الشكل (13) مقارنة طباقة بأستخدام الاعماق للتتابعات الطباقية للعصر الجوراسي المتأخر والعصر الطباشيري المبكر

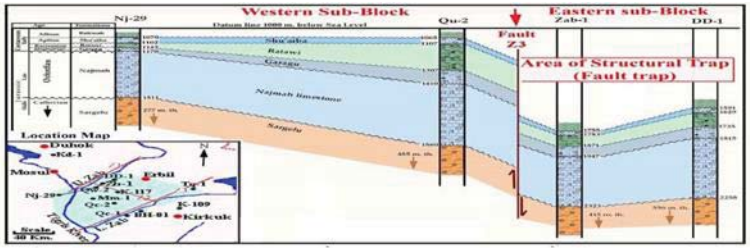
- بين الشكل (13) أعلاه أن التتابعات الطباقية المترسبة في كتلة ما بين نهري الزابين تكويني نجمة من فترة الأكسفوديان (الجوراسي المتأخر) وتكوين الكراكو من فترة الهاوتريفيان (الطباشيري المبكر) والمتمثلة بالتكوينات (قطنية وجياكارا وكريمية وزنكورة) في منطقة الواقعة الى الجنوب من نهر الزاب الأسفل (موقع بئر قره جوق-2) تبدأ بالتنحف بإتجاه الشمال نحو موقع بئر (كركوك-117) لتختفي عنده، علماً أن هنالك ميل عام لهذه التكوينات بالإتجاه الشرقي والجنوب الشرقي أيضاً حيث يتواجد الحوض الدائم. وتتقاطع هذه التتابعات مع الحد الأسفل لتكوين كراكو الذي يعلوها في هذا الإتجاه، عليه فإن الحد الأسفل هذا للتكوين سوف يمثل سطح عدم توافق زاوي (Angular Unconformity).
- ظهور الفالق **Z3** والذي يمتد بإتجاه شمال غرب-جنوب شرق، وقد كان تأثيره واضح على عمق التتابعات الموجودة في بئر (الزاب-1 وكركوك- 117)، وقد تمثل هذا الفالق بفالق إعتيادي إمتد شمال غرب بين موقعي البئرين (الزاب-1) و(الكوير-2) ليقطع نهر الزاب الأعلى حيث ظهر تأثيره في المقارنة العرضية للآبار المنطقة في الشكل (15) وفي الشكل الثلاثي الأبعاد لطوبوغرافية الحد الأعلى للعصر الجوراسي للمنطقة كما في الشكل (17).

- لمعرفة الفترة العمرية التي نشطت فيها الفوالق فقد تم رسم مقارنة بين الفترات العمرية والتتابعات الطباقية لآبار الدراسة كما في الشكل (14) بنفس الإتجاه السابق ولنفس الآبار لكي يتوضح العمر النشط للفالقين (**Z1 &Z2**). وقد تبين أن الفالق (**Z1**) كان نشطاً خلال فترة الإكسفورديا حيث لم تشخص سحنات تكوين نجمة إلى الشمال من موقع الفالق (**Z1**) والذي يقع إلى الشمال من نهر الزاب الأعلى. كذلك في الفترة الممتدة من نهاية التيثونيان وحتى بداية الألبيان حيث رفعت الكتلة التي تقع إلى الشمال من الزاب الأعلى وجعلتها منطقة موجبة تمتد باتجاه كتلة الموصل. أما في فترات اكمبردجيان- تيثونيان والألبيان وفقد هبطت هذه الكتلة وأصبحت جزء من الحوض الرسوبي الذي رسب تتابعات الصخارية خاصة بهذه الأعمار والمتمثلة بتكويني قطنية وجياكارا.

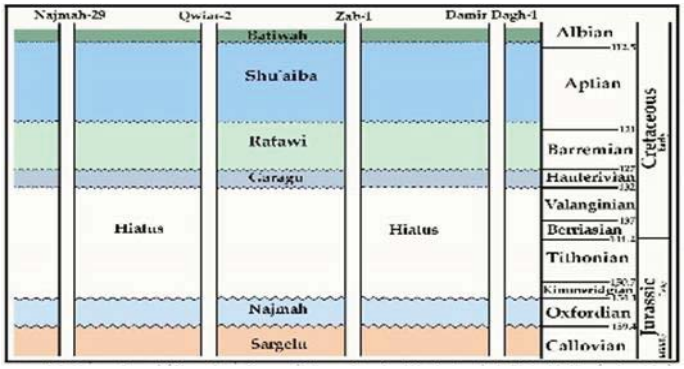


الشكل (14) مقارنة طباقة للفترات العصرية للابار

- الفالق (**Z2**) كان نشطاً خلال الكمبردجيان - الفلانجينيان والذي تزامن نشاطه مع الفالق الأول مما أدى إلى رفع كتلة مابين الزابين لتصبح منطقة موجبة أزيلت من عليها الصخور الغطائية لمكمن نجمة نتيجة لتعرضه على السطح. أما في الفترات الأخرى فقد كان خاملاً بحيث أصبحت كتلة ما بين الزابين جزء من الحوض الدائم الذي يقع الى الشرق والجنوب الشرقي من منطقة الدراسة.
- لم يلاحظ الفالق (Z3) في الشكل (16) وذلك لأن هذا الفالق يعتبر من الفوالق الثانوية والتي لم يؤثر على نمط الحوض الرسوبي في العصر الجوراسي المتأخر وبداية العصر الطباشيري أثناء ترسيب التتابعات الطباقية فيه، بل أثر هذا الفالق على مستوى عمق الترسبات بعد فترة الترسيب مباشرة في نهاية العصر الجوراسي وعمل كحاجز (Structural trap (Fault trap) لمنطقة البئرين (الزاب-1) و(دميرداغ-1) قبل عملية هجرة النفط من الجهة الشرقية والجنوبية الشرقية بل عمل على هبوط الكتلة الشرقية لمنطقة الدراسة قرابة 500 متراً كما في الشكل (15) والذي شكل موقع البئرين السابقين مصيدة نفطية تركيبية كما في الشكل (A 8) و الشكل (15).



الشكل (15) مقارنة طباقية باستخدام الاعماق للتتابعات الطباقية للعصر الجوراسي المتأخر والعصر الطباشيري المبكر وبأتجاه شرق غرب للابار قيد الدراسة



الشكل (16) مقارنة طباقية باستخدام الفترات العمرية للعصر الجوراسي الاعلى والعصر الطباشيري الاسفل للابار وبأتجاه شرق غرب

المقارنة الطباقية (شمال شرق – جنوب غرب)

لتوضيح مدى تأثير الفوالق الثانوية التي تقع في منطقة ما بين الزابين على التتابعات الطباقية التحت السطحية للآبار التي تقع بإتجاه شمال شرق – جنوب غرب كما في الشكل (15)، فقد تم رسم مقارنة طباقية بين الآبار (نجمة-29) و(كوير-2) و(الزاب -1) و(دميرداغ-1) والتي تقع بموازات نهر الزاب الأعلى. وبستخدام الخط مرجعي للمقارنة يقع 1000 متراً تحت مستوى سطح البحر.

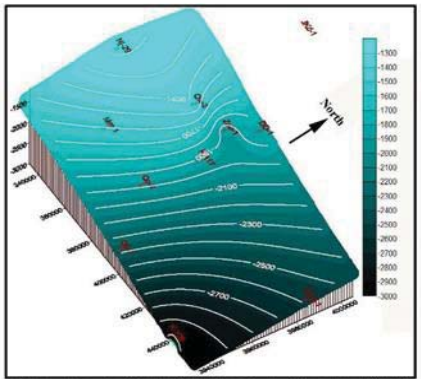
وقد وضح الشكل (15) الإستنتاجات التالية:

- إنقسمت منطقة الدراسة إلى كتلتين ثانويتين (كتلة شرقية وكتلة غربية) بواسطة الفالق (**Z3**).

- الكتلة الغربية(Western Sub Block) تحدد بموقع البئرين (نجمة-29) و(كوير-2)، وتميل تتابعاتها الطباقية التحت السطحية وتنحدر بإتجاه شرق العراق وبزاوية تقدر بأكثر من 25 درجة، كما وأن تتابعات العصر الجوراسي تكون متجانسة السمك بين البئرين أعلاه. بينما لم يلاحظ هذا الشيئ في تتابعات العصر الطباشيري المبكر، فنجد أن تكويناتها تتنحف باتجاه بئر (نجمة-29) والذي يقع باتجاه غرب منطقة الدراسة (المنطقة الموجبة).
- الكتلة الشرقية (Eastern Sub Block) تنخفض هذه الكتلة عن الكتلة الأولى أكثر من 500 متراً. وقد نتجت هذا الهبوط عن الفالق (**Z3**) الذي يتمثل بفالق إعتيادي يتجة شمال غرب – جنوب شرق ويتقاطع مع الفالق (**Z1**).
- إن عدم تواجد الشواهد النفطية في بئر (كوير-2) مقارنة بما هوعليه في بئري (الزاب -1 ودميرداغ-1) يمكن الإستدلال علىه من الفالقين (**Z1 &Z3**) اللذان شكلا مصيدة تركيبية لمكمن تكوين نجمة في موقع البئرين أي كمصيدة تركيبية (Structural trap) نوع مصيدة فوالق (Fault trap) فقد منعا الفالقين (**Z1 &Z3**) النفط من التقدم باتجاه الغرب نحو موقع بئر (كوير-2) وخاصة أن مستوى موقع البئر يقع أعلى بـ 500 متراً عن مستوى الكتلة الشرقية، كما وأن موقع البئر يقع أعلى من مستوى موقع بئر (طق طق-1) بأكثر من 1100 متراً وهذا يلاحظ جلياً من مناسيب خطوط تساوي السمك (Contours) في الاشكال (17 و 18).
- وقد أدى الفالق (**Z3**) إلى جعل سحنات الجزء الأعلى من تكوين نجمة في البئر (الزاب-1) تقابلها سحنات الجزء الأسفل لنفس التكوين في بئر (كوير-2). بينما سحنات الجزء الأسفل من تكوين نجمة في البئر (الزاب-1) تقابلها سحنات تكوين ساركلو في البئر (كوير-2) كما في الشكل (15).

-عند رسم مقارنة طباقية باستخدام الفترات العمرية كما في الشكل (16) لنفس التتابعات التحت السطحية للآبار لم يتضح تواجد الفالق وذلك لأن التتابعات الطباقية كانت مستمرة في هذه الآبار وبدون إنقطاع لها عدا التباين في أعماق ارتفاع التكوينات وسمكها وللآبار الأربعة. والتي الغيت بسبب إستخدام الفترات العمرية لغرض المقارنة.

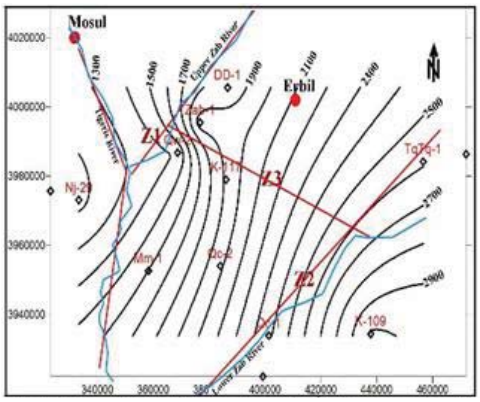
- عمدت الدراسة إلى رسم شكل ثلاثي الأبعاد كما في الشكل (17) بستخدام برنامج حاسوب (سيرفر Surfer) للحد الأعلى للعصر الجوراسي الذي تظهر عليه هبوط كتلة موقع البئرين (الزاب-1) و(دميرداغ-1) بمقدار بـ 500 متراً. وقد كان من البديهي أن يظهر تأثيره على طوبوغرافية الحد الأعلى للعصر الجورسي التي شكلت منطقة الدراسة طوبوغرافية واطئة (Low relief Paleotopography)، كما لم يلاحظ فيها أرتفاعات عالية كما هو الحال في مرتفع خليصية - موصل (Mosul-Khleisia Uplift)والذي يقع بإتجاه غرب وشمال غرب المنطقة. بل لوحظ هبوط موضعي في موقع البئرين (الزاب-1) و(دميرداغ-1) والذي يتوافق مع الأشكال (15 و17و18).



الشكل (17) طوبوغرافية الحد الاعلى للعصر الجوراسي المتأخر لمنطقة الدراسة يوضح عليها تأثير الفالق (Z3) بأتجاه الجنوب الشرقي

أن تأثير الفالق (Z 3)على كتلة موقع البئرين (الزاب-1) و(دميرداغ-1) كان واضحاً على المناسيب الكنتورية الواقعة بين كنتوري 1400و 1900، وقد أعطى نفس النتائج التي حددت من المقارنة الطباقية للآبار، وإن تغير في إتجاه المناسيب الكنتورات بين بئري (الزاب-1) و (كوير -2) قد أكد إتجاهية الفالق (Z 3) الذي يقع بين البئرين، والذي كان موضعياً ويمتد بإتجاه شمال غرب- جنوب شرق كما وقد قسم الكتلة الرئيسية مابين الزابين إلى كتلتين ثانويتين هما الكتلة الشرقية والكتلة الغربية كما في الشكل (15).

إن التدرج الواضح بقيم المناسيب الكنتورات نحو البئر (كركوك-109) والذي يظهر أوطأ قيمة له على الحد الأعلى للعصر الجوراسي وهي أكثر من 3000 متراً، وهذا قد دلل على أن موقع البئر هو الأقرب إلى مركز الحوض والذي يقع بالإتجاه الجنوبي الشرقي من الخارطة التركيبية للحد الأعلى للعصر الجوراسي كما في الشكل (18). بينما كانت قيمة مناسيب الكنتورات عند بئر (طق طق-1) قرابة 2600 مترا والذي أكد أن البئر يقع بإتجاه أبعد عن مركز حوض شرق العراق بالإتجاه شمال شرق أي بإتجاه منطقة الحافة الحوضية.



الشكل (18) خارطة تركيبية للحد الاعلى للعصر الجوراسي موضحا عليها الفوالق التي سيطرت على تتابعاتها

أنطقة الفوالق (Faulting Zones)

أثبت الباحثون في [13] لأول مرة فوالق نهردجلة في أشكاله التي رافقت الدراسة في منطقتي عين زالة والقيارة وأشار إلى أهميتها في عملية هجرة النفوط إلى مكامنها النهائية. كما أن كمية من نفط الجوراسي الأعلى ينفلت مباشرة الآن من خلال نطاق الفوالق نهر دجلة في مناطق القيارة والنمرود وحمام العليل وخانوقة حيث تتواجد النضوحات السطحية متواصلة على إمتداد النهر. كما أثُبتت أيضاً الدراستين [7] و [8] تواجد هذه الفوالق في منطقة الموصل وحمام العليل.

أن تواجد النضوحات الهيدروكاربونية (Seepages) على سطح الأرض وبالقرب من الأنهار تعتبر خير دليل على تواجد الفوالق التي تقطع الصخور الغطائية للمكامن النفطية. وهذا ما نجده في منطقة القيارة حيث تنتشر النضوحات النفطية والغازية وذلك لأن نظم مكامنها مفتوحة إلى السطح. وتواجد ينابيع المياه (Water Springs) والكبريتية الحارة والمياه الحاوية على القار في منطقة حمام العليل وتواجد ينابيع الترافلتين (Travertine Springs) في منطقة الفتحة في بيجي خير دليل على تواجد الفوالق. وأخيراً إرتفع الجرف الغربي لنهر دجلة في أغلب المناطق التي يمر بها نهردجلة من مدينة الموصل وحتى تكريت تعتبر مؤشراً دالة على تأثر منطقة الجرف الغربي لنهر دجلة بالفوالق حيث تكون أكثر إرتفاعاً من منطقة الجرف الشرقي.

أن عملية المقارنة الطباقية لتتابعات العصر الجوراسي المتأخر - الطباشيري المبكر لمنطقة الدراسة في الأشكال (13- 16) قد ثبتت تواجد الفوالق التالية وكما يلي:

- الفالق (Z1) الذي يمثل نهر الزاب الأعلى.
- الفالق (Z2) الذي يمثل نهر الزاب الأسفل والذي يمر إلى الشمال من بئر (طق طق -1) وذلك لآن التتابع الطبقي له يتوافق مع ما ثبت في منطقة جنوب نهر الزاب الأسفل كما في الشكل (18).

الفالقين (Z1 و Z2) **هما** من نوع الإعتيادي (Normal Faults) ومتوازيين ويمتدان بإتجاه شمال شرق- جنوب غرب، وقد قسما منطقة الدراسة إلى ثلاث كتل (Blocks) تباينت أرتفاعاتها وتتدرج من الأطراف الشمالية الغربية حيث المنطقة الموجبة إلى الأطراف الجنوبية الشرقية حيث المنطقة الحوضية كما في الشكل (8A). وهذه الكتل ماهي إلا أنصاف أغوار (Half Graben).

- الفالق (Z3) قسم الكتلة الوسطية (كتلة ما بين الزابين) إلى كتلتين ثانويتن كتلة شرقية وكتلة غربية وقد تباينتا في الأرتفاع. حيث تكون الكتلة الشرقية أوطأ من الكتلة الغربية بمقدار 500 متراً في جهتها الشمالية الفربية. أما الأطراف الجنوبية والجنوبية الشرقية فتكون أكثر عمقاً عند الحد الأعلى للعصر الجوراسي، الذي تمثل في هذه المنطقة بالحد الأعلى لمكمن نجمة، الذي إنكشف على السطح نتيجة لحصول عمليات التعرية التي أدت إلى زوال التكوينات الغطائية مما أدى إلى هروب المكونات الهيدروكاربونية الخفيفة وبقاء المركبات الثقيلة كما في الشكل (19). كما وتعرض سحنات تكوين نجمة للعمليات الأذابة والعمليات التحويرية والتفتيت والدلمتة. ولفترة دامت أكثرمن 14.4 مليون سنة. إستمر تاثير الفالق (Z2) من نهاية العصر الجوراسي الأوسط (أي بعد ترسيب تكوين الساركلو) حتى بداية فترة الهوتريفيان (Hauterivian) من العصر الطباشيري والتي دامت 31 مليون سنة تقريباً. أما الفالق (Z1) فقد كان متذبذباً في نهاية العصر الجوراسي الأوسط. فنجد أول ثغرة له حددت من نهاية ترسيب تكوين الساركلو وحتى بداية ترسيب تكوين القطنية والتي دامت قرابة 5 ملايين سنة. أما الثغرة الثانية فقد حددت من نهاية ترسيب السحنة الحجر السجيلي القيري وحتى بداية فترة الألبيان (Albian) التي تمثل الحد الأسفل لتكوين بطيوة والتي دامت قرابة 32 مليون سنة تقريباً كما في الشكل (14). علماً ان منطقة الدراسة قد تأثرت لعمليات النهوض والتعرية التي حدثت في فترة النيوكوميان (Neocomian uplift and erosion)من بداية العصر الطباشيري الأسفل.

أهمية منطقة ما بين الزابين الأعلى والأسفل

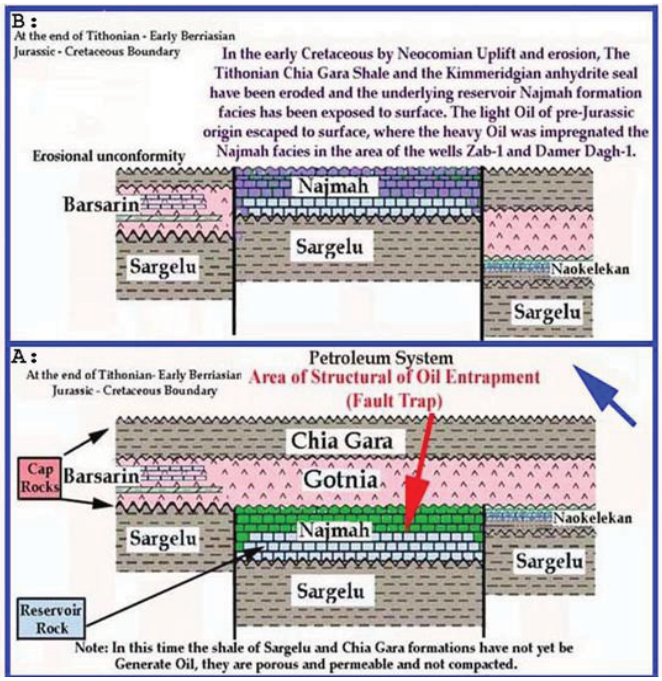
يعتبرتكوين نجمة من التكوينات المكمنية المهمة حيث تتجلى أهميته بإعتبار سحنته الصخارية ذات مواصفات بترفيزيائية جيدة التي أهلته لتكوين مكمناً يحوي على الشواهد الهيدروكاربونية وعلى إمتداد تواجده، الذي غطى منطقة حوض وادي الرافدين ومنطقة الخليج العربي. إلا أن منطقة الدراسة قد تباينت فيها المواصفات الهيدروكاربونية للسحنات المكمنية لتكوين نجمة نتيجة لعمليات التعرية التي أدت إلى زوال الصخور الغطائية المكونة من صخور الأنهايدرايت المترسبة دورياً مع صخور الحجر الجيري والصخور الطفلية والمتمثلة بتكوين قطنية، وكذلك الترسبات السجيلية والحجر الجيري السجليي لتكوين جياكارا والتكوينات العائدة لبداية العصر الطباشيري الأسفل، وهذا كله قد عكس مايلي:

- ❖ أن الصخور المكمنية لتكوين نجمة كانت ذات مواصفات مكمنية أهلتها لخزن النفوط التي تكونت من أعمار أقدم من العصر الجوراسي نتيجة لنوعين من الهجرة في هذا العصر والتي تضمنت الهجرة الجانبية من الجهة الجنوبية والجنوبية الشرقية للعراق

والتي كانت أوطأ في هذه الجهة ثم إلى المنطقة التي ضمت مقطعي التكوين في بئري (دميرداغ-1 والزاب-1) والتي كانت أوطأ تركيبياً من الكتلة الثانوية الغربية لمنطقة الدراسة.

أما الهجرة العمودية عن طريق نظام الفوالق لنهر دجلة والفوالق الأخرى التي نشأت في نهاية العصر الجوراسى ومن ثم الصخور المكمنية فقد جاء في دراسة [13] أن هنالك هجرة العمودية لنفوط منطقة غرب نهر دجلة إلى حقول منطقة القيارة. وأستمرت عملية تراكم للنفوط في مكمن نجمة من نهاية ترسيب صخور المتبخرات الغطائية لتكوين قطنية والصخور السجيلية لتكوين جياكارا والتي تقدر 7 مليون سنة وحتى بداية عملية التعرية لهذه الصخور وخاصة في منطقة (الكتلة الثانوية الشرقية) مابين نهري الزاب الأعلى والأسفل.

❖ لقد وضحت عملية إنكشاف منطقة مابين نهري الزاب على السطح وتعرية تتابعات صخور الغطاء أن النفوط التي تجمعت في مكمن نجمة كما في الشكل (19) قد تولدت من صخور مصدرية ذات أعمار أقدم من العصر الجوراسي. والحقيقة التي ثبتها [6] في تحديد عمر فترة التوليد أن الصخور المولدة لتكوينات ساركلو وجياكارا وناوكليكان وبرسيرين في بئري (قره جوق-1) و (كركوك-109) والتي دخلت نافذة التوليد للنفوط على أعماق 3850-3800 متراً في حين دخلت نافذة تكون المكثفات والغازات عند ألعمق 4000 متراً، وأنها وصلت مرحلة النضوج قبل 37 مليون سنة. عليه فإن النفوط التي تواجدت في مكمن تكوين نجمة والتي هي الآن مخلفات الثقيلة متبقية بعد عملية التعرية قد تكونت هذه النفوط من صخورمصدرية قديمة، وقد تكون أقدم من عصر الترياسي، وأن هذه النفوط تختلف عن نفوط العصر الطباشيري والثلاثي لمنطقة كركوك، لأن الصخور المصدرية لها قد دخلت مرحلة التوليد قبل فترة (Oxfordian) ثم بدأت الهجرة في نهاية الجوراسي.



الشكل (19) مقطعين شمال غرب-جنوب شرق يمران بالبئر (زاب-1) ويقطعهما الفالقين (Z1&Z2) اللذان يمثلان موقعي نهري الزاب الاسفل والاعلى

❖ شكلت الكتلة الشرقية لمنطقة مابين الزابين والتي شملت موقع البئرين (الزاب-1) و(دميرداغ-1) مصيدة تركيبية محددة بالفوالق (Z1، Z2، Z3) فقد عمل الفالق (Z3) على هبوط هذه الكتلة قرابة 500 متراً عن مستوى الكتلة الغربية عند موقع بئر (الزاب-1)،

كما وأن هبوط حدها الجنوبي والجنوبي الشرقي أكثر سرعة مما جعل الجنوب الشرقي أكثر إنحداراً من حدها الشمالي والشمالي الغربي، كما وأن الفالقين (**Z1**،**Z3**) قد شكلا عائقاً أمام تقدم الهجرة النفطية من الجهة الجنوبية والجنوبية الشرقية من موقع البئرين (الزاب-1) و(دميرداغ-1) في نهاية العصر الجوراسي إلى موقع البئر (كوير-2).

الإستنتاجات:

1- تقسم منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق أو كتل (Blocks) إعتماداً على الجيولوجية التحت السطحية، يفصل بينها فوالق إعتيادية عملت على تكون أنصاف الأغوار (Half-Graben) تباينت حركتها خلال العصر الجوراسي المتأخر-الطباشيري المبكر، مما نشأ عنها بيئات ترسيبية مختلفة أدت إلى ترسيب تتابعات صخارية متباينة الصفات، والتي تنعكس حدودها على سطح الأرض الآن بموقع نهري الزاب الأعلى والأسفل والمناطق هي:

- المنطقة الواقعة الى الجنوب من نهر الزاب الأسفل والتي تكون الأقرب إلى منطقة البيئة العميقة والمنحدر.
- منطقة مابين نهري الزاب الأعلى والزاب الأسفل والتي إنكشفت على السطح مع نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري. وقد شكلت طوبوغرافية واطئة (Low relief Paleotopography) وتدرجت حتى حافة الحوض الرسوبي. وهذه الكتلة كانت تمثل منطقة موجبة وكانت جزءاً من مرتفع موصل- خليصية (Mosul-Khleisia Uplift) وتعتبر إمتداداً للجزء الشرقي من كتلة الموصل (Mosul Block) التي شكلت مرتفع ذا طوبوغرافية عالية مع نهاية العصر الجوراسي وبداية العصر الطباشيري (High relief Paleotopography). إن منطقة الطوبوغرافية الواطئة نشأ عنه عملية التعرية التي عملت على زوال الصخور الغطائية لمكمن نجمة والمتمثلة بـ(القطنية وجياكارا مكحول وكريمية وزنكورة)، وقد دامت الثغرة الطباقية 14.4 مليون سنة، وإنفلات المركبات الهيدروكاربونية الخفيفة وخاصة في بئري (الزاب-1) و (دميرداغ-1) والتي تعتبر منطقتهما مصيدة تركيبية، وذلك بسبب الفالق الذي منع الهجرة الأفقية بإتجاه منطقة بئر (الكوير-2).
- المنطقة الواقعة الى الشمال من نهر الزاب الأعلى والتي كانت تمثل الإمتداد الشرقية للمنطقة الموجبة مرتفع موصل- خليصية. تميزت هذه بتواجد ثغرتين طباقيتين الأولى تمثل فقدان تكوين نجمة وإنكشاف تكوين الساركلو على السطح لمدة 5 مليون سنة. أما الثغرة الأحدث فهي الواقعة بين وسط فترة التيثونيان وحتى بداية الألبيان وتمثلت بفقدان التكوينات(قطنية والجزء الأعلى من تكوين جياكارا ومكحول وكريمية وزنكورة وكراكو ورطاوي والشعيبة) وقد دامت هذه الثغرة قرابة 32 مليون سنة.

2- يفصل الكتل أعلاه نظم من الفوالق الأعتيادية (Normal Faults) هي (**Z1**) الفالق الذي يمثل نهر الزاب (**Z2**) الفالق الذي يمثل نهر الزاب الأسفل. هذان الفالقان من الفوالق الإعتيادية المتوازية يمتدان شمال شرق – جنوب غرب، والتي كانت مؤثر على نمط الحوض الترسيبي،والذي أدى إلى تباين في التتابعات الطباقية. وقد شكل هذان الفالقان أحواض تمثلت بأنصاف أغوار (Half Graben). أما الفالق (**Z3**) فقد كان موضعياً ويمتد شمال غرب- جنوب شرق وقسم الكتلة الرئيسية مابين الزابين إلى كتلتين ثانويتين هما الكتلة الشمالية الشرقية والكتلة الجنوبية الغربية. النفوط المتواجدة في مكمن تكوين نجمة والتي هي الآن مخلفات الثقيلة المتبقة بعد عملية التعرية والتي أدت الى إنفلات المركبات الخفيفة، وهذه قد تكونت من صخورمصدرية قديمة، وأنها قد تختلف عن نفوط العصر الطباشيري والثلاثي لمنطقة كركوك، لأن الصخور المصدرية لنفوط مكمن نجمة قد دخلت مرحلة التوليد قبل فترة (Oxfordian) ثم بدأت الهجرة في نهاية الجوراسي.

References

1. M. A. Ahmad, "Sedimentary Facies and Depositional Environments of Jurassic Rocks of Northwest Iraq," *Mosul University, Unpublished Dissertation, (In Arabic).* p. 137, 1997.
2. M. A. Al-Eisa, "Stratigraphy of Early Cretaceous of Subsurface Sections from Middle Iraq," *Mosul University,* vol. Mosul University, Unpublished Dissertation, (In Arabic), p. 188, 1997.
3. M. A. Al-Eisa, "Fixing of Jurassic Cretaceous boundary by using of Calcareous Nannofossils in well Bj-1 Mid part of Iraq," *Unpublished,* p. 29, 2017.
4. M. A. Al-Eisa, "Topography of the Late Jurassic–Early Cretaceous boundary in Northwest part of Iraq and its effect on the oil potential," *unpublished,* 2018.
5. M. A. Al-Eisa and F. S. Al-Omari, " Makhul Formation (Early Cretaceous) Fromation in selected Wells from Middle Iraq," *Al- Rafidian Science Magazine, Mosul University, In Arabic,* vol. 10, pp. 81-101, 1999.
6. Y. Q. AL-Habba and M. B. Abdullah, "A geochemical study of the hydrocarbon source rocks in northeastern Iraq," *Oil and Arab Cooperation (in Arabic),* vol. 15, pp. 11-51, 1989.
7. Z. D. Al–Shaikh, "The Mosul - Hammam Al- Alil Fault, and its possible relations to the Mineral Springs of the area," *Journal of the Geological Society of Iraq,* pp. 69-79, 1975.
8. Z. D. Al–Shaikh and H. A. Baker, "Gravity survey of the Greater Mosul," *Journal of the Geological Society of Iraq,* vol. I, pp. 35-45, 1973.
9. R. C. V. Bellen, H. V. Dunnington, R. Wetzel, and D. M. Morton, "Iraq- Lexique Stratigraphique International," *Paris, vol. III, Asie, Fascicule 10a,* p. 333, 1959.
10. T. Buday, "The regional geology of Iraq," *Stratigraphy and Paleogeography, University of Mosul, Iraq,* vol. I, p. 445, 1980.
11. T. a. S. Z. J. Buday, "Tectonism, magmatism and metamorphism," *In:, I.M. Kassab, and, M.J. Abbas (eds.) The regional geology of Iraq,* p. 352, 1987.
12. P. W. Choquette and L. C. Pray, "Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonate," *American Association Petroleum Geologist Bulletin,* vol. 54, pp. 101-207, 1970.

13. H. V. Dunnington, "Generation migration accumulation Dissipation of Oil Northern Iraq," *In: Weeks, L.G. (ed.) Habitat of Oil, American Association Petroleum Geologist Symposium,* pp. 1194 -1251, 1958.
14. E. Flügel, "Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, Interpretation and Application," *Berlin, Heidelberg, New York: Springer,* p. 976, 2004.
15. S. Z. Jassim and J. C. Goff, "Geology of Iraq," *Dolin, Prague and Moravian Museum Brno,* p. 341, 2006.
16. Z. Jie, S. Jianfeng, W. Yigang, W. Yingchu, Z. Xingping, and H. Anping, "Dedolomitization: Types, Mechanism and Its Relationship to Carbonate Reservoir Properties," *poster presentation at American Association Petroleum Geologist Annual Convention and Exhibition, Houston, Texas, USA.,* 2011.
17. O. Nordgulen and A. Saintot, "The character and kinematics of deformation zones (ductile shear zones, fracture zones and fault zones) at Forsmark," *report from phase 3. Pdf. version downloaded from www.skb.se. ,* 2008.
18. R. W. Powers, L. F. Ramirez, C. D. Redmond, and J. R. Elberg, "Geology of the Arabian Peninsula Sedimentary Geology of Saudi Arabia," *United States Government Printing Office, Washington,* p. 146, 1966.
19. F. N. Sadooni, "Stratigraphy and petroleum prospects of Upper Jurassic Carbonates in Iraq," *Petroleum Geossience,* vol. 3, pp. 233-243, 1997.
20. Z.Jie, S.Jianfeng, W.Yigang, W. Yingchu, Z. Xingping, and H.Anping, "Dedolomitization: Types, Mechanism and Its Relationship to Carbonate Reservoir Properties. poster presentation at AAPG Annual Convention and Exhibition, Houston, Texas, USA.," 2011.
21. Unpublised Reports:Final wells Report of the Wells (Al-Zab-1) (Jabl Kand-1) (Kirkuk-109 & 117) (Damir Dagh-1) (Najmah-29) (Qarah chauq no.1 &2) (Qwair-2) (Taq Taq-1) (Bai Hassan-81), North Oil Company, Kirkuk Library, Unpublished.